

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL. 16 NÚM. 2
MAYO - AGOSTO DE 2021



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

VOL. 16 NÚM. 2 MAYO - AGOSTO 2021 • e-ISSN: 2346-4712 • ISSN: 2665-3303

GÓNDOLA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Volumen 16-Número 2
mayo-agosto de 2021

Revista cuatrimestral
Facultad de Ciencias y Educación
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

e-ISSN 2346-4712
ISSN 2665-3303

Editora en Jefe

Martha Janet Velasco Forero

Dirección editorial

Grupo de Investigación:
Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)

Apoyo gestion OJS

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Corrección de estilo

Olga Lucía Castiblanco

Diseño y diagramación

Diego Vizcaino

Impresión

Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.

Fotografía portada

Crédito: Diego Vizcaino



**Revista Góndola, Enseñanza y
Aprendizaje de las Ciencias**

EQUIPO EDITORIAL

Ph.D. Martha Janet Velasco Forero
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*
Editora en jefe

Ph.D. Diego Fábian Vizcaíno
Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia
Editor de contenidos

MSc. Wilmar Francisco Ramos
Lic. Sandra Mendez
MSc. Jorge Enrique Cano
MSc. Liz Ledier Aldana
Lic. Xavier Salinas
Equipo Técnico Editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

Ph.D. Agustín Adúriz Bravo
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Ph.D. Alvaro Chrispino
*Centro Federal de Educação Tecnológica Celso
Suckow da Fonseca, Brasil*

Ph.D. Antonio García Carmona
Universidad de Sevilla, España

Ph.D. Deise Miranda Vianna
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Ph.D. Eder Pires de Camargo
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita
Filho, Ilha Solteira, Brasil*

Ph.D. Eduardo Fleury Mortimer
*Universidade Federal de Minas Gerais, Belo
Horizonte, Brasil*

Ph.D. Edwin Germán García Arteaga
Universidad del Valle, Colombia

Ph.D. Eugenia Etkina
Rutgers University, EE. UU.

Ph.D. Jorge Enrique Fiallo Leal
Universidad Industrial de Santander, Colombia

Ph.D. Nicoletta Lanciano
Sapienza Università di Roma, Italia

Ph.D. Roberto Nardi
*Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita
Filho, Bauro, Brasil*

Ph.D. Silvia Stipcich
*Universidad Nacional del Centro de la Provincia de
Buenos Aires, Argentina*

COMITÉ EVALUADOR

Ph.D. Sônia Cristina Soares Dias Vermelho
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil

Ph.D. Pedro Certad Villarroel
Universidad Metropolitana, Venezuela

Ph.D. Decio Auler
Universidade Federal de Santa Marria, Brasil

Ph.D. Vicente Mellado Jiménez
Universidad de Extremadura, España

MsC. Martha Lucía Garzón Osorio
Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia

Ph.D. Elizabeth Barolli
Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Ph.D. Nestor Eduardo Camino
*Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan
Bosco", Argentina*

Ph.D. Bruno Ferreira dos Santos
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil

Ph.D. Diana Lineth Parga Lozano
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Ph.D. Débora Schmitt Kavalek
*Universidade Federal do Espírito Santo-São Mateus,
Brasil.*

MsC. Mary Luz Doria Rojas
Universidad de Córdoba, Colombia

Ph.D. Alejandra García Franco
Universidad Autónoma de México, México

Ph.D. Maria Assunta Busato
*Universidade Comunitária da Região de Chapecó,
Brasil*

Ph.D. Fábio Ramos da Silva
Instituto Federal do Paraná, Brasil

Ph.D. Miguel Alejandro Rodríguez Jara
Universidad de Playa Ancha, Chile.

Ph.D. Orlando Gomes de Aguiar Junior
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Ph.D. Víctor Burbano
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Ph.D. Joana Guilaes de Aguiar
Universidade Federal Fluminense, Brasil

Ph.D. Eduardo Henrique Gomes
Centro Universitário São Miguel, Brasil

Ph.D. Andrés Mauricio Grisales Aguirre
Universidad Católica Luis Amigo, Colombia

Ph.D. Brenno Ralf Maciel Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil

Ph.D. Antonio Miguel Oller Marcén
Universidad de Zaragoza, España

Ph.D. Leonardo Maciel Moreira
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil



Contenido

EDITORIAL

- Los efectos de la Pandemia en las Universidades y su relevancia en los estudios comparados internacionales 215
The effects of the Pndemic in universities and its relevance in International comparative studies
Os efeitos da Pndemia nas universidades e a sua relevancia em estudos comparativos internacionais
Jorge Arenas Basurto

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista con Mabel Alicia Rodriguez 218
Interview with Mabel Alicia Rodriguez
Entrevista com Mabel Alicia rodriguez
Diego Fabian Vizcaino Arévalo

ARTÍCULOS

- Inclusión educativa de estudiantes con diversidad funcional visual en clases de ciencias naturales: un análisis desde la política pública 225
Educational inclusion of students with visual functional diversity in natural sciences classes: an analysis from public policy
Inclusão educacional de alunos com diversidade funcional visual em aulas de ciências naturais: uma análise da política pública
Diana Carolina Castro Castillo y Rosa Nidia Tuay Sigua
- A presença da não neutralidade da ciência-tecnologia em literatura sobre a educação básica 238
The presence of non-neutrality of science-technology in literature on basic education
La presencia de la no neutralidad de la ciencia-tecnología en la literatura de educación básica
Taís Regina Hansen, Daniel Marsango y Rosemar Ayres dos Santos
- Análisis lingüístico y didáctico de un texto de ciencias como base para la propuesta de actividades de lectura 255
Linguistic and didactic analysis of a science text as a basis for the proposal of reading activities
Análise linguística e didática de um texto científico como base para a proposta de atividades de leitura
María de los Ángeles Bizzio, Ana María Guirado, Carla Inés Maturano y María Amalia Soliveres
- Una progresión de aprendizaje sobre ideas básicas entre física y astronomía 272
A learning progression about basic ideas between physics and astronomy
Uma progressão de aprendizagem sobre ideias básicas entre física e astronomia
Enrica Giordano
- A metodologia ativa POGIL para a compreensão conceitual do equilíbrio químico no ensino médio 294
The active methodology pogil for the conceptual understanding of chemical equilibrium in high school
La metodología activa pogil para el entendimiento conceptual del equilibrio químico en la enseñanza secundaria
Luiz Fernando Pereira, Marcia Teixeira Barroso y Fernando José Volpi Eusébio de Oliveira
- Concepção de saúde incorporada pela base nacional comum curricular brasileira 312
Concepcion health incorporated by brazilian common base national curriculum
Concepción de salud incorporada por la base comun curricular nacional brasilera
Cássia Aparecida Corna Stelle y Solange de Fátima Reis Conterno



Contenido

Análise de discursos de estudantes de ensino superior sobre radioatividade e suas relações ciência-
tecnologia-sociedade 328
Análisis de discursos de estudiantes de educación superior sobre radiactividad y sus relaciones
ciencia-tecnología-sociedad
Discourses analysis of undergraduate students on radioactivity and its relationships science-
technology-society
Lourdilene Silva Brito, Luciana Nobre de Abreu Ferreira

El rol del tutor escolar en el practicum de ciencias al implementar una propuesta de enseñanza por
indagación 346
The school tutor role in the science practicum when implementing a proposal of teaching by
inquiry
O papel do tutor escolar no practicum da ciência quando se implementa uma proposta de ensino
por indagação
Edith Herrera San Martín, Mercè Izquierdo Aymerich y Mariona Espinet Blanch

Mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores de aprendizagem sobre
sistemas sanguíneos 364
Conceptual maps as potentially facilitating instruments of learning about blood systems
Mapas conceptuales como instrumentos potencialmente facilitadores de aprendizaje sobre los
sistemas sanguíneos
Glauca Rosely Barbosa Marin y Airton José Vinholi Júnior

Competencias matemáticas: una mirada desde las estrategias de enseñanza en educación a
distancia 382
Mathematical competences: a look from the teaching strategies in distance education
Competências matemáticas: um olhar das estratégias de ensino na educação a distância
Daniel Alberto Valderrama Martínez

Cambiando de roles en la clase de matemáticas: posibilidades desde la educación matemática
crítica 399
Changing roles in the math class: possibilities from mathematics critical education
Mudando papéis na aula de matemática: possibilidades da educação crítica matemática
Edna Paola Fresneda Patiño

Método de aprendizagem cooperativa co-op co-op no ensino de química: uma possibilidade para o
estudo de funções orgânicas 415
Co-op co-op cooperative learning method in the teaching of chemistry: a possibility for the study of
organic functions
Método de aprendizaje cooperativo co-op co-op en la enseñanza de la química: una posibilidad
para el estudio de las funciones orgánicas
*Raimundo Kauê Monteiro Furtado, Leonardo Baltazar Cantanhede y Severina Coelho da Silva
Cantanhede*

RESEÑA

La enseñanza como puente de la vida. Autor: Estela Quintar 429
Title: Teaching as bridge of Life
Título: O ensino como ponte da vida
Reseña Elaborada por: María Marcela Cardona Prieto

MEMORIAS

XXIII Semana de la Enseñanza de la Física 432



EDITORIAL

LOS EFECTOS DE LA PANDEMIA EN LAS UNIVERSIDADES Y SU RELEVANCIA EN LOS ESTUDIOS COMPARADOS INTERNACIONALES

THE EFFECTS OF THE PANDEMIC IN UNIVERSITIES AND ITS RELEVANCE IN INTERNATIONAL COMPARATIVE STUDIES

OS EFEITOS DA PANDEMIA NAS UNIVERSIDADES E SUA RELEVÂNCIA EM ESTUDOS COMPARATIVOS INTERNACIONAIS

Jorge G. Arenas Basurto* 

La vulnerabilidad de las sociedades a consecuencia de la intervención de los humanos en los ecosistemas planetarios, junto con los procesos de la globalización que expanden los impactos de fenómenos locales al resto del mundo, han sido descritos de forma lúcida por el sociólogo alemán Ulrich Beck, quien en su obra clásica “La Sociedad del Riesgo” (1998) advertía ya de la permanente condición de peligro que enfrentan las sociedades modernas, como resultado de la aplicación intensiva del conocimiento en el dominio de la naturaleza. De alguna forma, las previsiones de este autor se tornaron ominosa realidad tras la alerta de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 11 de marzo de 2020, en el sentido de que la humanidad enfrentaba una pandemia de alcances imprevistos como la del COVID-19.

No bien se emitió la declaración de alerta, cuando la mayor parte de los países decretaban medidas de emergencia para evitar la expansión del virus y limitar al máximo el comercio, los servicios y en general las actividades que pusieran en riesgo la salud y la vida de los habitantes. A poco más de un año de esta emergencia sanitaria, todos los países han resentido los efectos devastadores de la pandemia que ha cobrado millones de vidas y ha colapsado virtualmente las actividades cruciales de las principales ciudades del mundo. Para el caso de las actividades educativas, cerca de 1.5 billones de estudiantes en los diferentes niveles educativos fueron enviados a sus casas tras el cierre de las escuelas y universidades en 138 países (OECD, 2021: 3)

El cierre de las escuelas y el confinamiento de los estudiantes en todos los niveles educativos ha impuesto grandes desafíos a las autoridades de las instituciones educativas, así como a las dependencias gubernamentales a cargo de la coordinación de políticas públicas para enfrentar el impacto de la emergencia sanitaria. Las respuestas de distintos países han estado marcadas por profundas diferencias en sus economías y en sus capacidades tecnológicas disponibles para transitar súbitamente de las clases presenciales a las modalidades de educación a distancia o mixtas. En este terreno afloran marcadas “brechas digitales” entre los diferentes países y al interior de los mismos (Lloyd, 2020).

A manera de ejemplo, varios países no se encuentran bien posicionados con respecto al acceso a las TICs, entre ellos algunos países de América Latina, como el caso de México, que en 2016 ocupó el lugar 87 mundial y, dentro de América Latina, el 8º sitio luego de “Uruguay, Argentina, Chile, Costa

* Doctor en estudios comparados en políticas de educación superior. Profesor-Investigador de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Correo electrónico: jorge.arenas@udlap.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8671-4260>

Rica, Brasil, Colombia y Venezuela” (Lloyd, 2020: 116). Lo anterior exhibe que el efecto de la pandemia ha tenido distintas repercusiones en los países según el nivel de sus economías y principalmente el acceso a la infraestructura necesaria para el uso intensivo de recursos y herramientas digitales. La misma circunstancia vale para las zonas urbanas y rurales, pues estas últimas suelen desfavorecer a los estudiantes que sufren limitaciones con respecto al acceso a Internet y el uso de computadoras.

En las circunstancias actuales y luego de la pandemia resultan imprescindibles estudios comparados que evalúen en el contexto internacional los efectos de la crisis sanitaria sobre las trayectorias escolares de los estudiantes desde el nivel preescolar hasta la educación superior. Algunos estudiantes de sectores vulnerables que enfrentaron desde el principio de la pandemia condiciones adversas en los ingresos de sus familias, optaron por aplazar sus inscripciones en los cursos y programas, o, en el peor de los casos, abandonaron sus estudios. En otros casos no fue asunto de elección de los estudiantes, pues las propias instituciones educativas decidieron aplazar sus actividades hasta nuevo aviso y evitaron transitar a la educación en línea. En los comienzos de la pandemia, esto sucedió con varias facultades en la Universidad de Buenos Aires que decidieron “reorganizar el calendario académico” (Alcántara Santuario, 2020: 77).

Todo lo anterior va en el sentido de subrayar la importancia que tienen los estudios comparados internacionales en los sectores educativos de distintos países, con respecto al impacto de la emergencia sanitaria en la calidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje, en las habilidades que desarrollan los docentes para adaptarse al empleo de las diferentes plataformas y herramientas que exige la educación en línea, en las capacidades de los estudiantes para desarrollar la autodisciplina y adaptarse a las modalidades de la enseñanza a distancia, etc. En esta dirección, revisten importancia los estudios que se aboquen a describir y analizar los impactos de la pandemia en los distintos niveles educativos, ya que confluyen diferentes actores, condiciones y recursos para enfrentar la contingencia sanitaria en los ámbitos señalados.

En esta última sección se describen aspectos relevantes relacionados con las instituciones de educación superior (IES) y que apuntan a los grandes desafíos que enfrentan las universidades públicas y privadas para mitigar los impactos de la pandemia hasta el momento en que se logre alcanzar la “nueva normalidad”. El siguiente listado no es exhaustivo y busca identificar algunos temas críticos que puedan orientar los estudios comparados sobre las condiciones de emergencia impuestas por el COVID-19 en las IES.

1. Un tema crítico se vincula con la reducción del financiamiento a las universidades públicas y privadas (Ordorika, 2020), particularmente en los países en desarrollo. Además de los permanentes recortes en el financiamiento de las universidades públicas en estos países, ahora se enfrenta un desafío mayor ante el umbral de una crisis económica semejante en sus proporciones a la experimentada a nivel mundial en el año de la Gran Depresión (1929). Las universidades públicas y las autoridades gubernamentales deberán concebir mecanismos para paliar el déficit de ingresos previsible en el mediano y largo plazo. Esta situación será más crítica para el caso de las universidades privadas pues una buena parte de los estudiantes de clase media verán agravadas las condiciones económicas de sus familias y eventualmente no estarían en condiciones de pagar las cuotas de matrícula.
2. Las IES que han representado un ámbito privilegiado para la internacionalización y la movilidad de sus profesores y estudiantes, enfrentan a raíz de la pandemia condiciones adversas para los intercambios con universidades de otros países. El cierre de las fronteras y las restricciones en las visas de países cuyas universidades constituyen polos de atracción en sus programas de licenciatura y posgrado, constituyen un serio obstáculo para los intercambios académicos. Sin embargo, algunos observadores destacan que la “movilidad virtual” se ha intensificado (Pedró, 2021) permitiendo el uso de

plataformas y la habilitación de redes que fortalecen los proyectos de colaboración y de investigación de los docentes.

3. Un conjunto de procesos de acreditación y certificación de la calidad de las universidades se han visto interrumpidos por las obvias restricciones de visitas a las universidades y el acceso a sus empleados y autoridades. Lo anterior para no mencionar una serie de actividades relacionadas con la cotidianidad de las universidades: procesos de admisión de los estudiantes de recién ingreso, la validación de sus estudios previos, la titulación y la graduación de los egresados, la incorporación de estudiantes al servicio social y a las prácticas profesionales, etc.

4. Un punto que merece especial atención es el de la salud mental de los estudiantes tras la prolongada cuarentena y la privación de la experiencia vital de la vida académica y social dentro de los recintos universitarios. Sobra decir que durante más de un año los estudiantes han estado sometidos al estrés, la soledad y la ansiedad de experimentar el confinamiento en sus hogares. En muchos casos, los estudiantes no disponen de las facilidades y condiciones adecuadas para involucrarse desde sus hogares en las actividades de aprendizaje que demanda la educación a distancia.

5. Finalmente, es necesario retomar el aprendizaje, la disposición y la capacidad de adaptación de los docentes para involucrarse en las prácticas innovadoras de la enseñanza en línea. ¿Han contado con el acompañamiento necesario de parte de sus universidades para diversificar el repertorio de actividades al nuevo contexto de las plataformas digitales? ¿Han recibido la asesoría de diseñadores instruccionales para adaptar sus programas al nuevo entorno virtual?

Para concluir es importante señalar que, aunque resulte ingrato abordar como tema la presencia del COVID-19 en la interrupción de las actividades de las IES, no por ello puede dejarse de lado pues, entre otras cosas, lo que permite reflexionar en las innovaciones didácticas y pedagógicas que la educación a distancia puede normalizar en las prácticas cotidianas de las universidades. Por otro lado, los estudios comparados en el ámbito mundial sobre las implicaciones de la pandemia pueden permitir una mayor colaboración entre gobiernos, autoridades de las universidades y la propia sociedad para desarrollar políticas públicas consensuadas que permitan razonablemente disipar el fantasma de la sociedad del riesgo en las universidades.

REFERENCIAS

- ALCÁNTARA SANTUARIO, A. 2020. Educación superior y COVID-19: una perspectiva comparada. En: IISUE (ed.) Educación y pandemia. Una visión académica. México: UNAM, <<http://www.iisue.unam.iisue/covid/educacion-y-pandemia>>.
- BECK, U. 1998. La sociedad del riesgo, España, Paidós.
- LLOYD, M. 2020. Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID-19. In: IISUE (ed.) Educación y pandemia. Una visión académica. México: UNAM, <<http://www.iisue.unam.iisue/covid/educacion-y-pandemia>>.
- OECD 2021. The State of School Education.
- ORDORIKA, I. 2020. Pandemia y educación superior. Revista de la Educación Superior, 49, 1-8.
- PEDRÓ, F. 2021. La transformación digital durante la pandemia de la covid-19 y los efectos sobre la docencia. Disponible en (<https://www.iesalc.unesco.org/2021/01/24/la-transformacion-digital-durante-la-pandemia-de-la-covid-19-y-los-efectos-sobre-la-docencia/>)



ENTREVISTA CON MABEL ALICIA RODRIGUEZ*

Por: Diego Fabián Vizcaíno Arévalo** 



Foto. 2° Congreso Provincial de Educación Matemática (Aristóbulo del Valle), Argentina. Julio de 2019.

Archivo personal de Mabel Alicia Rodríguez.

Mabel Alicia Rodríguez: Licenciada en Ciencias Matemáticas 1991 y Doctora de la Universidad de Buenos Aires, área Ciencias Matemáticas, 1997. Categoría 1 en el Programa de Incentivos. Profesora Asociada regular de la Universidad Nacional de General Sarmiento a cargo de la Dirección de la Especialización en Didáctica de las Ciencias (con orientación Matemática, Física o Química). Dirigió el Profesorado de Matemática desde 2019 a 2021. Fue Coordinadora de Investigación del Instituto del Desarrollo Humano (2014-2018). Fue Profesora titular regular de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (2014-2019).

Diego Vizcaíno (DV): Buenos días profesora Mabel me gustaría que le contara nuestros lectores cuál es

su trayectoria académica y cómo fue que llegó a la enseñanza de las matemáticas

Mabel Rodríguez (MR): Bueno, yo empecé estudiando licenciatura en matemática en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, carrera que no enfoca en la enseñanza de la matemática, sino que está pensada para formarse como investigador en matemática. Ahí hice primero la licenciatura, y cuando la terminé me postulé a una beca de investigación en el área que venía estudiando, en la que había hecho la tesis de la licenciatura, que es *Convexidad Generalizada*. Esto es matemática teórica. Me salió la beca y apenas recibida me puse a trabajar en ella. Lo más razonable era capitalizarlo para un

* Licenciada en Ciencias Matemáticas (UBA, 1991) y Doctora de la Universidad de Buenos Aires (área Ciencias Matemáticas, 1997). Profesora Asociada regular de la Universidad Nacional de General Sarmiento a cargo de la Dirección de la Especialización en Didáctica de las Ciencias (con orientación Matemática, Física o Química). mrodri@campus.ungs.edu.ar – pharos.mabel@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0002-8425-8572>

** Licenciado en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá-1996), Magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá-2004), Doctor en Educación para la Ciencia de la Universidad del Estado de São Paulo (Brasil-2013). Docente investigador de la Universidad Antonio Nariño diegofabvizcaino@uan.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-5112-9646>

posgrado, así que me inscribí en el doctorado de la Universidad de Buenos Aires, área matemática misma institución. Empecé el doctorado y a los 5 años lo terminé. Me doctoré en matemáticas con una tesis en convexidad generalizada y de enseñanza de la matemática y de educación en matemáticas cero. Ya para esa altura, trabajaba como docente. Había empezado como ayudante de segunda. Así se llama acá en Argentina. Es el cargo más bajo que uno puede tener al ser estudiante. Me inquietaba y percibía cuando mis alumnos no entendían cosas. Por supuesto que en aquella época mi modelo de enseñanza era completamente tradicional. Así como había recibido clases de una manera tradicional, entendía que había aprendido de este modo y era lo que naturalmente replicaba. Tiempo más tarde, una vez doctorada, fui incursionando en distintas universidades, viendo distintas posibilidades de trabajo. Me doctoré en diciembre del 97 y desde el 95 había empezado a trabajar en la *Universidad Nacional de General Sarmiento*, que es donde hoy en día tengo mi cargo con dedicación exclusiva. Era una universidad que se abrió en el 95. Entré a trabajar ahí en marzo del 95 y recibimos los primeros estudiantes en agosto. En aquel momento había un curso con el que se intentaba aprestar a los estudiantes a la vida universitaria. Todos los estudiantes tenían matemática en ese curso de aprestamiento universitario, y entonces había que cuidar mucho qué era lo que uno proponía porque si el estudiante iba a estudiar política, filosofía o historia tenía que pasar por matemática y matemática tenía que permitirle “sobrevivir” y avanzar hacia sus carreras no matemáticas. Ahí empezamos a pensar en ¿qué matemática ofrecer?, ¿cómo proponer ese curso?, y empezaron las primeras inquietudes de la universidad que nos pedían a los profesores que hiciéramos investigación para atender a la diversidad de estudiantes que íbamos a estar recibiendo. A mí me interesó ese problema, me respetaron el tiempo para que terminara el doctorado. O sea, fueron un par de años en los que yo trabajaba ahí, pero estaba terminando mi doctorado. Una vez terminado el doctorado empecé a acercarme a la educación

matemática desde el absoluto desconocimiento de ese campo. De manera completamente autodidacta empecé a leer, a interesarme. No entendía que había distintas líneas, leía y todo me parecía lo mismo, largo, impreciso, y yo decía “esto lo puedo decir mucho más rápido”. Presentamos los primeros proyectos de investigación, los primeros artículos a revistas, nos eran rechazados y no entendíamos por qué. Pedimos ayuda y no la recibimos. Hoy en día entiendo que era porque no sabían ayudarnos. Así entré en el campo de la educación matemática, literalmente *haciendo camino al andar*, lo que me permitió construir una perspectiva de este campo completamente atípica respecto de la que tiene quien ha sido formado en una perspectiva teórica. En general, la formación de profesores en aquella época tenía una línea predominante de la didáctica de la matemática que se enmarca en la Escuela Francesa: la Teoría de Situaciones Didácticas. Era hegemónico el enfoque en Argentina, era la línea con la que los profesores eran formados o los investigadores trabajaban. Como mi acercamiento fue tan ecléctico, tardé mucho tiempo en entender que estaba leyendo cosas que pertenecían a enfoques diferentes y tardé en caracterizar cada uno de esos enfoques. Cuando tuve esa claridad, tuve en mi cabeza un mapa de las líneas teóricas que me permite, con mucha más naturalidad, moverme cómodamente en función de dónde encuentro respuesta a lo que necesito o dónde entiendo que tengo riqueza para estudiar lo que quiero estudiar. Así llegué al campo de la educación matemática con esta perspectiva que me posiciona en un lugar que me permitió empezar a incidir en la formación de profesores para que no sea hegemónica. Cuando este mapa se me aclaró, cuando tuve más experiencia y había entendido lo que significa hacer investigación en educación matemática, cuando entendí eso decidí acortarle el camino que yo había transitado largamente a los que vinieran atrás. Pensé que yo venía de las ciencias exactas, duras y teóricas y me iba al campo de las ciencias sociales, donde desconocía todo, y ahí estoy.

DV: En esa época que nos mencionas había una hegemonía de unas líneas de trabajo que eran las que se manejaban para la enseñanza y para formar a los profesores de matemáticas, ¿cómo es el panorama hoy en día?

MR: Yo entiendo que, hegemonícamente, regía la Teoría de Situaciones Didácticas de Brousseau, de la Escuela Francesa, porque había entrado a la Argentina, traducida por un grupo pionero de investigadores en educación matemática que estaban incursionando en el área. Es una línea sumamente dúctil para empezar a pensar en la enseñanza primaria, en la formación de maestros y en algunos niveles de secundaria también podría funcionar. Por alguna razón era lo único que se enseñaba tanto en la formación de maestros como en la formación de profesores. Todos los diseños curriculares estaban enmarcados en esa línea, se promovía el aprendizaje de los estudiantes de primaria y de secundaria bajo esa perspectiva y, por lo tanto, la formación de maestros y de profesores estaba dada en esa línea. Se los formaba para que conocieran esa línea teórica y para que pudieran enseñar desde esa perspectiva. Para mí, ahí hay un problema en la formación de profesores, más allá de lo que digan los diseños curriculares de cómo pensar la enseñanza de primaria o de secundaria desde mi perspectiva, la formación de profesores tiene que ser más amplia, porque si cambian los diseños curriculares, o te vas a otro país que se trabaja con otra perspectiva, o no te funciona, no tenés herramientas ni siquiera para hablar. Si el campo de la didáctica de la matemática te es presentado como único y unívoco, es la totalidad que uno ve y no ves que hay otras posibilidades. Entonces, yo discutía enérgicamente que la formación de profesores debía abrir el panorama. Eso lo pudimos empezar a mover. En solitaria lucha, inicialmente, hasta que empezamos a conformar un equipo de profesores un poco más amplio con algunos colegas con quién compartíamos esta visión. Entonces, pudimos empezar a incidir en la formación de profesores en Argentina, con la formación de nuestros profesores en las instituciones donde estábamos

nosotros, con capacitaciones y con libros que hoy en día están difundidos y son de libre acceso. Uno de ellos, por ejemplo, tiene 11 líneas teóricas. Entonces uno empieza a pensar ¿cómo le doy herramientas a un profesor para que pueda seleccionar, para que pueda entender lo que el diseño curricular le pide, y una vez que entendió eso para ver si le funciona -o no le funciona la enseñanza- y eventualmente tener algún recurso diferente. Luego generamos un posgrado en la universidad donde trabajo que tiene esta perspectiva, hemos dado cursos de posgrado en todo el país abriendo el mapa de líneas -como decimos nosotros-. Una cosa es saber que existe esta diversidad y luego me dedico a lo que quiero. Otra situación muy diferente es hacer lo que me enseñaron, hacer entendiendo que es lo único que hay. Creo que logramos, con el tiempo, abrir un poco el juego y empezar a mostrar otras perspectivas. Por mucho tiempo fue muy hegemónico y, hoy en día, yo diría que hay un surtido de gente que ya sabe que existen otras cosas y aunque sea las escuchó. Si luego elige una, ese no es el problema. El problema no es que uno elija una, el problema es que piense que esa es la única.

DV: En ese sentido es como un proceso de maduración académico que debemos llevar todos. Usted desarrolló unas temáticas muy particulares en su trabajo de investigación, ¿nos podría contar acerca de cuáles son los temas en los que usted investiga?

MR: Bueno, te puedo contar cosas que estamos haciendo hoy en día y te puedo contar cosas que hemos estado haciendo. Mi estudio en matemática fue teórico, y me gustaba y me gusta la matemática teórica. En educación matemática me ocurre lo opuesto: lo que me interesa siempre nace de un problema que veo, o en mis clases, o en mi contexto o en el ambiente, o en la formación de profesores. Es como si tuviera un problema docente a partir del cual hago un planteo de un problema de investigación, lo abordo, lo estudio con la línea teórica que entienda que me es más pertinente y todos los resultados trato de capitalizarlos y llevármelos

a la enseñanza. Esa es la manera en la que vengo trabajando en educación matemática, completamente distinta de lo que hacía en matemáticas. Así me pasó, por ejemplo, de trabajar con cuestiones que tuvieran que ver con qué tipo de interacciones permitirían favorecer el aprendizaje de la validación matemática, entendiendo que el hecho de validar el conocimiento matemático les daría autonomía a los alumnos para saber si lo que están produciendo es o no correcto, sin la necesidad de depender del profesor. Estudiamos cosas por ese lado, estudiamos qué tipo de estrategias los estudiantes adquieren cuando están resolviendo problemas de matemáticas, problemas en el sentido de la Escuela Anglosajona. Es decir, cuando el alumno está ante un problema tendría que tener algún tipo de recurso. Bueno, cuáles recursos tienen, habiendo recibido una formación diferente, no focalizada en enseñar a resolver problemas. En algún momento, en Argentina, se impuso el modelo que se llamaba uno a uno promoviendo una notebook por chico. Se difundió masivamente. El estado daba computadoras personales a estudiantes de primaria, de secundaria y de la formación superior. También a maestros de primaria, de secundaria y de formación superior en instituciones del estado. Cuando eso ocurrió, yo estaba dictando materias de educación matemática en la formación de profesores y un día entro al aula y digo: *todos mis futuros profesores que tengo aquí adelante van a salir a dar clase en aulas donde sus alumnos y ellos van a tener una computadora por alumno, ¿qué tengo que hacer en la formación de profesores para que cuando mis alumnos, futuros profesores, vayan al aula promuevan un uso pertinente y significativo de las computadoras?, no tenía esa respuesta, no tenía la menor idea de qué hacer. Planteamos un proyecto de investigación para empezar a entender qué significaría eso primero, que significaría que nuestros profes puedan proponer un trabajo en el aula que promueva un uso pertinente y significativo de las TIC y cómo se forma un profesor para que eso ocurra. A partir de ahí, nos embarcamos un tiempo y estudiamos ese problema. Luego abordamos el enorme problema de la interpretación*

de textos matemáticos. Surge a partir de advertir, en las materias de educación matemática, que nuestros alumnos tenían dificultades en comprender los ejercicios que le dábamos de matemática a nivel secundario, previo a hacer el análisis didáctico y previo a plantear cómo voy a enseñar el tema. Trabajamos en dos líneas, por un lado en entender cómo favorecer la interpretación de textos matemáticos pensando en que nuestros alumnos iban a tener que ser suficientemente autónomos como para que si en algún momento tienen que enseñar un tema que no les dieron en su formación, puedan comprenderlo a partir de un libro. Esto nos llevó a entrar en todo un camino estudiando habilidades matemáticas, la habilidad de interpretar textos y cómo favorecer el desarrollo de esa habilidad. Por otro lado nos pusimos a estudiar el conocimiento matemático que tienen nuestros alumnos avanzados del profesorado para ver si podíamos eventualmente fortalecerlos en el conocimiento matemático; y ya no el pedagógico, ya no el conocimiento de la didáctica de la matemática. Sobre esto hicimos todo otro estudio con esa perspectiva. Te das cuenta, cómo asumo mi trabajo: si daba clases en el nivel preuniversitario, o de la formación de profesores, se me iban manifestando problemas, yo veía problemas delante. Si año tras año modificaba algo y yo seguía viendo el problema, invariante, era como un desafío. Eso me invitaba -y me invita- a ponerle la atención y lo tomaba. Lo aislaba de mi docencia, me lo llevaba al ambiente de la investigación y trabajaba en eso. Lo que entiendo que es una potencia del trabajo que venimos haciendo es que esos resultados de la investigación se transfieren a la docencia, porque en realidad nacen de un problema que en algún momento me inquietaba vinculado con la docencia. Nunca me planteé problemas teóricos en educación matemática, lo que no quita que haya tenido que desarrollar cuestiones teóricas, pero no nacieron de problemáticas teóricas por generar teoría, no sé si me explico.

DV: Sí, es claro. En este caso veo que usted es un ejemplo de lo que hablan muchos autores acerca de

hacer investigación en el aula, de investigar desde su trabajo docente, ¿cómo compara su formación y cómo es en este momento la formación de futuros profesores respecto a investigar su propio trabajo?

MR: Bueno, en mi caso como te contaba tuve cero formación docente. Todo lo que aprendí de educación matemática -es lo que te decía hace un momento- fue de manera autodidacta. Surgió de hacer y mandar a revistas, hacer y mandar a congresos solo por tener la devolución. O sea, ni siquiera me interesaba si el artículo era aceptado o no, me interesaba el comentario del referí que me decía cómo se hacía eso que yo no sabía hacer, porque al preguntar acá no conseguía información.

En el caso de la Universidad Nacional de General Sarmiento, el plan no tiene materias de donde específicamente los alumnos están siendo formados para investigar su práctica desde la perspectiva de la educación matemática. Tienen una materia en donde hacen una aproximación a la investigación educativa pero no necesariamente poniendo en juego elementos de educación matemática. Está dada por profesores expertos en el campo de la didáctica general, entonces, plantean problemáticas generales, no tan específicas de matemática. Si un estudiante de profesorado se pregunta *¿Qué hago con esto en clase de matemáticas que no me funciona?*, no tendría cómo abordarlo desde la investigación específica en educación matemática. Para mí es una deuda que nosotros tenemos. La universidad tiene becas de investigación y docencia, tiene adscripciones en investigación entonces ahí hay instancias en donde algunos que quieran, y que accedan a estas becas o tengan estas adscripciones pueden hacer acercamientos en cualquier momento. Pero no es general. Para mí es algo que tenemos que, en algún momento, volver a hablar volver a pensar. El plan de estudios para mí podría reverse, en este sentido. Si comparo con otras instituciones, en Argentina muchas otras universidades, e instituciones de nivel superior no universitario, tienen espacios para la investigación en educación matemática que yo valoro sobremanera. Me pone de manifiesto la

deuda que en alguna medida sentimos. Pero, los cambios de planes son muy complicados de llevar adelante porque hay en juego muchas cosas, los campos que cada uno tiene, los espacios, sus horarios son difíciles. Trató de capitalizar y canalizar por cursos de posgrado u otras instancias que uno puede hacer, pero son complementarias, no te las llevas en la formación inicial.

DV: ¿Cómo ve usted esa diferencia que a veces se presenta acerca del apoyo estatal para la investigación en ciencias respecto a la investigación en educación?, ¿se nota alguna diferencia, no se nota, o es igual?

MR: Es escasa en todos los aspectos. Los recursos destinados a la investigación en general son escasos. General Sarmiento nació en el año 95 con todos los cargos de investigador docente. Todo el plantel tenía un cargo de investigador docente de dedicación exclusiva o semi exclusiva. No existían las dedicaciones simples. Hoy en día sí existen las dedicaciones simples, porque hay mucha necesidad de docencia. El estado, según los gobiernos, saca financiamientos en áreas prioritarias. A veces la prioridad está en las ciencias, a veces está en la educación. Es complejo y es escaso. Yo creo que quienes hacemos educación matemática muchas veces podemos entrar en convocatorias porque se entiende la necesidad, se entiende que la formación en la ciencia requiere cuidado y a veces uno accede por el campo de la educación más puro, no específico de educación matemática. Pero es delicado en los dos sentidos. Por ejemplo, mis temas de matemática, yo creo que no conseguirían nunca nada de financiamiento para hacer estudios en el campo específico, porque es un campo chico. La *convexidad generalizada* era un campo chico a nivel mundial entonces, yo creo que no hubiera conseguido un subsidio. Sin embargo, la universidad dio cabida gracias a los cargos de investigador docente. En ese sentido, las universidades pueden dar cabida aunque los temas fueran como de un alcance menor. Aunque uno nunca sabe los alcances...O

sea, que el campo de investigadores sea chico no quiere decir que de repente alguien le encuentre una utilidad súper valiosa para un tema teórico en matemática, como se ha visto en la criptografía o en un montón de temáticas. Pero es complejo, yo creo que nuestros países tienen un financiamiento escueto en ese sentido.

DV: Bueno, es una problemática que nos toca afrontar y trabajar desde cada uno de sus campos. Finalmente ¿cómo ve usted el futuro de la investigación en enseñanza de la matemática?

MR: Este campo lo veo en absoluto crecimiento, creo que cada vez se va fortaleciendo, instalando más. Las líneas tienen más masa crítica, más masa de investigadores que hacen investigación en cada una de ellas. En Argentina hay grupos que estudian bajo distintas perspectivas que se van consolidando, las revistas empiezan a tener mayor presencia, los postgrados se empiezan a abrir y dan cabida a tesis de doctorados y maestrías en educación matemática. A mí me parece un campo promisorio de trabajo. A veces uno escucha decir que hay mucha gente estudiando cosas en educación matemática pero que no se resuelve el problema de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Para mí, allí hay una cosa sutil para ponerle atención. Lo que creo que alguna gente todavía no entendió, o no fue capaz de ver, es que *cuanto más uno sabe de educación matemática más cosas va poder ver en el aula*. Entonces, digo, yo puedo no saber nada de educación matemática y pensar que mi clase es maravillosa. No veo nada. Pero, aprendo algo de educación matemática entonces ya puedo ver, tal vez, un problema. Pero, si sé más de educación matemática entonces ese problema lo abordo, o me estoy aproximando a entenderlo, pero ya estoy viendo otras cosas. Es decir, cuanto más uno sabe educación matemática más ve problemas o más cuestiones que le interesa develar. Por lo tanto digo, con absoluta claridad se ve ahí el campo expansivo que uno tiene, porque cada vez uno entiende más cosas y además porque los contextos cambian. Mirá

la pandemia. La pandemia nos puso de un día para otro en la necesidad de que toda la enseñanza se virtualice. Hubo que salir a resolver cómo vamos para enseñar matemática en tiempos en donde tal vez mis alumnos ni siquiera tienen dispositivos o ni siquiera tienen la posibilidad de estar en un encuentro sincrónico. ¿Qué hago?, ¿no hago nada o intentaré hacer algo? Entonces, uno ahí tiene un problema por delante para el que tiene más que salir a buscar respuestas o ¿salir a construir respuestas? Para mí, el foco de la formación del profesor y la investigación están ahí. En que uno le dé al profesor o al futuro profesor herramientas para construir respuestas. Entonces, los cambios, el devenir las circunstancias, el nivel educativo, el diseño curricular, sí tengo o no tengo computadora, la pandemia, ... me pone una situación enfrente, y si tengo herramientas para interpretar y entender podría hacer una propuesta. Tendría que tener herramientas para evaluar y entender cómo me funcionó, para ver si necesito corregir o no. Es un campo que para mí está en crecimiento y lo va a seguir estando, no me cabe duda.

DV: Muchas gracias, profesora Mabel por su tiempo y sus aportes.

Alguna producción Bibliográfica de la Doctora Mabel Rodríguez:

Campos, M. y Rodríguez, M. (2020). Un estudio sobre la aprehensión conceptual de las inecuaciones. *Paradigma*, XLI, 540 – 570. Disponible en: <http://revistaparadigma.online/ojs/index.php/paradigma/article/view/811/830>.

Rodríguez, M. (2020). La enseñanza de la matemática en contexto de cuarentena: reflexiones teóricas, *Revista Urania*, N° 6. 17-27. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1seoRUtAp8unfggDL3BFEGOna6w7tRGdt/view?usp=sharing>.

Rodríguez, M. (2019). Interpretación y producción de textos matemáticos. *Los Polvorines: UNGS*. Disponible en <https://ediciones.ungs.edu.ar/wp-content/>

- uploads/2020/04/9789876304399-completo.pdf.
- Rodríguez, M. (Coord.) (2019). *Heurísticas en la resolución de problemas matemáticos*. Los Polvorines: UNGS. Disponible en <https://ediciones.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2020/04/9789876304405-completo.pdf>.
- Rodríguez, M. (2019). Un esquema para planificar la enseñanza de la matemática, *Revista Mexicana del Bachillerato a Distancia*. 11 (22), Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/rmbd/article/view/70589/62399>.
- Rodríguez, M., Pochulu, M. y Fierro, M. (2019). Modelo de planos de formación docente para abordar distintos roles del profesor de matemática. REDIUNP, *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes en el desarrollo de las STEM*. Disponible en <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/95>.
- Rodríguez, M. y Barreiro, P. (2018). Capítulo 1: Modelización y resolución de problemas. En M. Pochulu, (Comp.). *La Modelización Matemática: Marco de referencia y aplicaciones* (pp. 17-26). Villa María, Argentina: GIDED - UNVM. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/323995028_La_Modelizacion_Matematica_Marco_de_referencia_y_aplicaciones
- Rodríguez, M. (Coord.). (2017). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en Educación Matemática*". Los Polvorines: UNGS. Disponible en <https://ediciones.ungs.edu.ar/libro/perspectivas-metodologicas-en-la-ensenanza-y-en-la-investigacion-en-educacion-matematica-2/>.
- Rodríguez, M. y Barreiro, P. (2017). Consideraciones sobre la formación de profesores de Matemática y su apropiación de las nuevas tecnologías. En R. Cabello y A. López (Eds.) *Contribuciones al estudio de procesos de apropiación de tecnologías* (pp. 219-226). CABA: Ediciones del Gato Gris, Disponible en <http://www.delgatogris.com.ar/wp-content/uploads/2017/08/Cabello-y-L%C3%B3pez-eds-Contribuciones-al-estudio-de-procesos-de-apropiacion-de-tecnolog%C3%ADas.pdf>.
- Casetta, I., González, V. y Rodríguez, M. (2017). Un procedimiento para diseñar entrevistas personalizadas que permiten identificar heurísticas matemáticas, *Revista Paradigma*, XXXVIII(1), 235–258.





INCLUSIÓN EDUCATIVA DE ESTUDIANTES CON DIVERSIDAD FUNCIONAL VISUAL EN CLASES DE CIENCIAS NATURALES: UN ANÁLISIS DESDE LA POLÍTICA PÚBLICA

EDUCATIONAL INCLUSION OF STUDENTS WITH VISUAL FUNCTIONAL DIVERSITY IN NATURAL SCIENCES CLASSES: AN ANALYSIS FROM PUBLIC POLICY

INCLUSÃO EDUCACIONAL DE ALUNOS COM DIVERSIDADE FUNCIONAL VISUAL EM AULAS DE CIÊNCIAS NATURAIS: UMA ANÁLISE DA POLÍTICA PÚBLICA

Diana Carolina Castro Castillo* , Rosa Nidia Tuay Sigua** 

Cómo citar este artículo: Castro, D. C.; Tuay, R. N. (2021). Inclusión educativa de estudiantes con diversidad funcional visual en clases de ciencias naturales. Un análisis desde la política pública. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 225-237. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16836>

Resumen

En los últimos años se han emprendido un conjunto de acciones que han posibilitado la inclusión en la escuela, de personas con diversidad funcional visual, ciegos, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, los cuales se dan como consecuencia de los movimientos dados a nivel mundial, desde la Declaración sobre la Educación para Todos (Unesco, 1990). En este orden de ideas, algunas instituciones de la ciudad de Bogotá, Colombia, han sido dotadas de recursos físicos y humanos para atender estas comunidades, sin embargo, se hace necesario, mayor reflexión y propuestas teóricas sobre las implicaciones que tiene el abordaje de los objetos de conocimiento de las ciencias y cómo estos deben ser enseñados desde el reconocimiento de las capacidades sensoriales de los estudiantes. En este artículo de investigación se realiza un análisis de algunos documentos de política pública a nivel nacional e internacional relacionados con la enseñanza de la ciencia y su perspectiva de inclusión para estudiantes con diversidad funcional visual y documentos particulares sobre la inclusión educativa. El estudio se enmarca en una tesis del Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional.

Palabras Clave: Inclusión educativa. Educación en ciencias. Diversidad funcional visual. Ciego.

Abstract

In recent years, a series set of actions have been undertaken that have made it possible

Recibido: 19 de Agosto de 2020; aprobado: 08 de abril de 2021

* Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. dccastroc@upn.edu.co - <https://orcid.org/0000-0001-5590-7185>

** Doctora en Lógica, Historia y Filosofía de la Ciencia. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. rtuay@pedagogica.edu.co <https://orcid.org/0000-0002-2040-2854>

to include into the school, visual diversity people, blind, in the teaching and learning processes of natural sciences, which occur as a consequence of the movements given worldwide, since the Declaration on Education for All (Unesco, 1990). In this order of ideas, some institutions at Bogotá city, Colombia, have been endowed with physical and human resources to attend serve these communities, however, it is necessary, more reflection and theoretical proposals on the implications to approaching objects are necessary, the knowledge of science and how these should be taught from the recognition of the sensorial capacities of students. In this research article, an analysis is made of some national and international public policy documents related to science education and its inclusion perspective for students with visual functional diversity, and particular documents on educational inclusion were carried out. The study is part of a thesis of the Interinstitutional Doctorate in Education of the Universidad Pedagógica Nacional

Keywords: Educational inclusion. Science education. Visual functional diversity. Blind.

Resumo

Nos últimos anos, tem se desenvolvido um conjunto de ações que propiciam a inclusão na escola de pessoas com diversidade funcional visual, cegas, nos processos de ensino e aprendizagem das ciências naturais, que ocorrem por causa dos movimentos dados no mundo todo, desde a Declaração sobre Educação para Todos (Unesco, 1990). Nesse sentido, algumas instituições da cidade de Bogotá, Colômbia, têm sido dotadas de recursos físicos e humanos para atender essas comunidades, porém, são necessárias mais reflexões e propostas teóricas sobre as implicações da abordagem destes objetos. O conhecimento das ciências e como deve ser ensinado a partir do reconhecimento das capacidades sensoriais dos alunos. Neste artigo de pesquisa é feita uma análise de alguns documentos sobre políticas públicas nacionais e internacionais relacionadas ao ensino de ciências e sua perspectiva de inclusão para alunos com diversidade funcional visual, e documentos particulares sobre inclusão educacional. O estudo é parte de uma tese do Doutorado Interinstitucional em Educação da Universidad Pedagógica Nacional.

Palavras chave: Inclusão educacional. Ensino de ciências. Diversidade funcional visual. Cego.

1. Introducción

Desde la promulgación de la Unesco (1990) la Declaración mundial sobre la educación para todos y el marco de acción para satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje de los niños, niñas, jóvenes y adultos, se han emprendido una serie de acciones que buscan concretar los ideales de la inclusión en

los diferentes escenarios educativos. Se considera que la inclusión parte del principio del reconocimiento de las diferencias, el respeto por la igualdad de condiciones y el ideal de construir una sociedad que reconozca a cada uno de sus ciudadanos y sus necesidades. La inclusión educativa (Echeita & Ainscow, 2011) debe ser asumida como un proceso en el que se buscan alternativas para responder a la

diversidades, los reconocimientos y oportunidades a partir de las diferencias para garantizar la participación activa de las personas en la escuela. Además, como un espacio de reflexión sobre la forma en la que se disponen los procesos de aprendizaje (Belgich, 1998), para establecer relaciones entre los significados que han construido y los nuevos significados que se proponen en el aula. De esta forma, el trabajo en la escuela se constituye en una posibilidad para que el estudiante con diversidad funcional se estructure como un ser autónomo, crítico y capaz de dar solución a problemáticas de su entorno.

Algunas propuestas de inclusión en el aula parten de la idea de la flexibilización del currículo y emplean estrategias didácticas, basadas en la adaptación de material, descripciones detalladas, potencializando las competencias comunicativas, entre otras, permitiendo abordar los diferentes objetos de conocimiento de las disciplinas con personas con diversidad funcional visual. La enseñanza de las ciencias para Malagón y Vasco (2016) demanda en gran medida de la experiencia visual para describir, comparar, establecer semejanzas y diferencias, entre otras acciones de pensamiento, lo que requiere una reflexión continua para emprender caminos didácticos que permitan favorecer las capacidades sensoriales de los estudiantes. En este sentido, Bermejo, Fajardo y Mellado (2002) afirman que las adaptaciones curriculares serían la acomodación de la oferta educativa común a las necesidades y posibilidades de cada persona. Así, los estudiantes con una historia escolar y social difícil y negativa y los estudiantes en condición de discapacidad física, psíquica o sensorial se ven favorecidos por esta apuesta curricular. En este orden de ideas, la enseñanza de las ciencias en contextos de diversidad pone en escena la necesidad de establecer estrategias que permitan generar un diálogo entre la experiencia sensible, la forma como los sujetos organizan el pensamiento y las explicaciones que da la ciencia sobre los diferentes fenómenos.

En el caso particular de la ciudad de Bogotá, la Secretaría de Educación Distrital (SED) —teniendo en cuenta las directrices dadas a nivel internacional

y nacional sobre los procesos de inclusión en las aulas— ha propuesto una serie de estrategias que incluye entre otros, la vinculación de profesionales especializados para la atención de la diversidad (interpretes, tiflólogos, educadores especiales); la formación de maestros en el campo, el reconocimiento para las instituciones que lideren estos procesos y espacios de reflexión sobre la inclusión. En el escenario distrital se encuentran 400 colegios de carácter oficial, de los cuales aproximadamente diecisiete (17) están especializados en la atención a personas con baja visión o ciegos. Según los reportes de la Secretaría de Educación Distrital (SED, 2018) consignados en el documento “Lineamientos de política de educación inclusiva”, se encontraban matriculados para 2018, 16.251 estudiantes con algún tipo de discapacidad, de los cuales 346 tenían baja visión diagnosticada y 133 ceguera total.

Teniendo en cuenta la participación de estudiantes con diversidad funcional visual en las aulas regulares, se requiere realizar estudios comprensivos para hacer explícita, desde un soporte teórico propio, la forma en la que deberían ocurrir algunas de las acciones en el aula inclusiva que favorezcan el diseño, la planeación y el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Todo esto de acuerdo con el contenido mismo de las disciplinas escolares, en este caso, de las ciencias naturales. Para, Viveros y Camargo (2011) es necesario desarrollar ambientes de aprendizaje para la educación científica, con elementos didácticos específicos para personas con diversidad funcional proporcionando condiciones para que los estudiantes con diversidad funcional visual puedan trabajar en el aula en las mismas condiciones que el resto de estudiantes.

En este artículo se empleará el término Diversidad Funcional Visual, propuesto por Romañach y Lobato (2005) en el Foro de Vida Independiente, que hace énfasis en la diferencia o diversidad, que posibilita nuevos caminos acordes con las formas de atender funciones biológicas y psíquicas y como alternativa a denominaciones peyorativas empleadas para denominar a ciertas comunidades. Se precisa que aún se continúa haciendo uso de términos como

deficiente visual, invidente, discapacidad visual, necesidades educativas especiales, en los documentos revisados. Esto también sucede con otros términos que centran las dificultades en los estudiantes y no en los sistemas educativos, aspecto que se ha venido modificando, como es el caso de las adaptaciones curriculares, cambiado por flexibilización curricular, aspecto que permite comprender la diversidad de una manera diferente.

El objetivo del presente artículo es identificar oportunidades de participación de los estudiantes con diversidad funcional en las clases de ciencias naturales, a partir de las orientaciones dadas a través algunos documentos de política pública. Por lo que se realiza un análisis de algunos documentos internacionales y nacionales que son la base para orientar procesos de inclusión educativa y de la educación en ciencias: La “Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación” (UNESCO, 2017), el “Diseño universal para el aprendizaje DUA” (Pastor, Sánchez, & Zubillaga, 2014) y en el caso de Colombia las “Orientaciones técnicas y administrativas y pedagógicas para la atención de estudiantes con discapacidad en el marco de la educación inclusiva” (Ministerio de Educación de Colombia, MEN, 2017), que describen algunos aspectos sobre la forma en la que debería ocurrir el proceso inclusivo. En estos documentos se enuncian criterios universales de aprendizaje y aspectos pedagógicos y didácticos, incluso se presentan algunas formas como se deben abordar los contenidos en el aula. Sin embargo, se hace evidente la necesidad de análisis individuales sobre diferentes aspectos, tanto de la condición sensorial como de su relación con los objetos propios de las disciplinas; que conllevan a didácticas específicas.

Por otro lado, desde la enseñanza de las ciencias, se analizan los siguientes documentos: “Lineamientos curriculares en ciencias naturales” (MEN, 1998), “Estándares básicos de competencias en ciencias naturales” (MEN, 2004), y los “Derechos básicos de aprendizaje” (MEN, 2016), a la luz de la inclusión y la posibilidad de acceso para una persona con diversidad funcional visual.

2. Marco Teórico

El concepto de inclusión educativa puede ser abordado desde diferentes perspectivas, en las que se busca reconocer la vinculación de todas las personas de una forma equitativa a los procesos de formación brindados en diferentes escenarios educativos; respetando las capacidades, necesidades, costumbres, condiciones de género, entre otros aspectos. En este sentido, la inclusión puede ser vista desde el enfoque de derechos, ya que la educación es considerada como un derecho fundamental. Por lo tanto, se deben reconocer las capacidades para plantear currículos que garanticen las mismas oportunidades de participación.

Desde el enfoque de derechos, la inclusión educativa constituye una preocupación universal, visualizándose como una estrategia central para abordar las causas y consecuencias de la exclusión escolar (UNESCO, 2016). Desde esta perspectiva, la valoración de la diversidad y su consideración en el diseño e implementación del currículo escolar constituyen el punto de partida para evitar que precisamente las diferencias se conviertan en desigualdades educativas entre los estudiantes. Es por esto, que se requiere emprender acciones que les permita a los estudiantes con diversidad funcional construir conocimiento científico escolar, desde sus capacidades sensoriales, con actividades en los que se sientan reconocidos. A este respecto, Camargo y Nardi (2018) afirman:

La participación efectiva se da en la medida en que las actividades escolares, ofrecen plenas condiciones de actuación al alumno con deficiencia visual, explicitando sus verdaderas necesidades educativas. Por lo tanto, es importante invertir en investigaciones que revelen las características, particularidades y especificidades de este tipo de inclusión. (p.8)

En este orden de ideas, el sentido que moviliza la investigación es comprender la importancia de enseñar ciencia en la escuela y particularmente en comunidades con diversidad funcional. Se parte de la concepción de ciencia como una actividad

humana, como un modo de proceder para encontrar explicaciones. Enseñar ciencias en la escuela —más que llevar un conjunto de conceptos y teorías— pretende aproximar a niños y jóvenes a los modos en los que se construye conocimiento desde una perspectiva cultural. Tiene el propósito de desarrollar en los estudiantes un conjunto de habilidades y destrezas para estructurar nuevos modelos explicativos procedentes de actividades donde la realidad fue interrogada y sometida a criterios experimentales rigurosos, y ponerlos en diálogo con las explicaciones del conocimiento común.

No cabe duda de que sólo unos pocos estudiantes que pasan por la escuela primaria y secundaria dedicarán sus vidas a la ciencia. Nadie piensa entonces que la enseñanza de la física, la química o la biología tengan, a este nivel, como fin primordial la formación de científicos. Pero tampoco cabe duda de que la escuela debe formar ciudadanos preocupados por construir una sociedad cada vez más justa que permita la realización personal de todos los individuos que la componen. El desarrollo de los seres humanos no puede concebirse sino dentro del contexto de un sistema social. El nuestro es un sistema determinado profundamente por la ciencia y la tecnología y quien no las entienda encontrará siempre fuertes impedimentos para desempeñarse en ella como una persona activa y productiva. (MEN, 1998, p. 39)

Considerar la ciencia como una construcción cultural y preguntarse por el sentido de enseñar ciencias en la escuela implica considerar diversos aspectos. Por un lado, se debe reconocer el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, lo que compromete, de manera simultánea, un pensamiento crítico y creativo. Se aprende a reflexionar sobre el mundo y a explicar los fenómenos de la naturaleza, mediante los modos que utiliza la ciencia, para construir conocimiento, puesto que interroga la realidad, cuestiona las explicaciones no argumentadas y emprende acciones para plantear propuestas o alternativas de solución a problemáticas.

Uno de los objetivos de la enseñanza de las ciencias, está dirigido al desarrollo de una manera particular de pensar, que permite estructurar de manera

organizada posibles soluciones a situaciones del entorno, la formación de ciudadanos con la capacidad de reflexionar y tomar decisiones apropiadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología, y la capacidad de establecer relaciones con el contexto. Para Candela (1990):

El propósito de la enseñanza de las ciencias naturales consiste en desarrollar la capacidad del niño para que entienda el medio natural en el que vive. Al razonar sobre los fenómenos naturales que lo rodean y al tratar de explicarse las causas que lo provocan, se pretende que mejoren las concepciones del niño sobre el medio, pero todo que desarrolle su actitud científica y su pensamiento lógico. (p.13) Esas condiciones son fundamentales para cuando se quiere trabajar con estudiantes con diversidad funcional visual, lo que exige la reflexión continua sobre el impacto de las políticas públicas educativas frente a la inclusión y su relación con la construcción de conocimiento escolar.

3. Metodología

El presente análisis se centra en una investigación cualitativa, desde la estrategia estudio documental, en el que se toman diferentes documentos de política pública para reconocer el estado de la educación inclusiva y su relación con la enseñanza de las ciencias. Se asume el análisis documental, según lo escrito por Uribe (2011) como una técnica rigurosa que se formula lógicamente y que implica el análisis crítico de información relevante y documentación escrita, en este caso, publicaciones institucionales y legales sobre la inclusión y la educación en ciencias. Para esto, se seleccionó un conjunto de documentos que se encuentran vigentes en los que se dan orientaciones frente al tema objeto de estudio, se realizó una valoración e interpretación del contenido, así como un análisis frente a la realidad del sistema de educación inclusiva, en el caso de la ciudad de Bogotá.

Se siguieron las tres fases expuestas por Uribe (2011). En la primera etapa denominada preparatoria, se delimitó el tema y se centró el interés en estudiar

el estado normativo de la educación en ciencias en contextos de inclusión, se hizo evidente en la consulta realizada que no existen lineamientos donde converjan estos dos aspectos por lo que el análisis se realizó de manera individual: documentos sobre la inclusión educativa y orientaciones para la educación en ciencias. La segunda etapa es la descriptiva – analítica – interpretativa, en esta se hizo una revisión detallada de cada uno de los documentos abordados identificando los siguientes aspectos: intencionalidad, alcances, contexto, impacto, información relevante sobre las personas con Diversidad Funcional Visual y se realizó un análisis particular sobre los aportes, carencias e implicaciones que tienen desde el contexto particular de la enseñanza en ciencias los sujetos de estudio. Cada uno de los ítems de búsqueda se compilaron en una matriz de registro. Finalmente, se realiza la tercera etapa de divulgación y publicación. En esta se organiza el análisis producto de la revisión documental y se exponen los hallazgos, esto conlleva a la organización y la redacción del material para obtener el informe final. La selección de los documentos se realizó teniendo en cuenta los siguientes criterios: 1) Documentos de política pública con incidencia macro, micro y meso para el caso de la inclusión educativa. 2) Lineamientos de apoyo para la educación en ciencias vigentes en el contexto colombiano. 3) Influencia

de las organizaciones en la toma de decisiones en la política pública. 4) Modelos validados e implementados que impactan la inclusión.

En la Figura 1 se presenta la relación de los documentos abordados.

Se plantearon además algunas categorías de análisis para establecer las oportunidades y dificultades que se pueden presentar en los seis (6) documentos analizados para la inclusión de estudiantes con DVF en el campo de la educación en ciencias. Entre ellas se encuentran, la descripción del contenido, oportunidades para la inclusión, barreras para comunidades con diversidad funcional visual y aportes al objeto de estudio.

4. Resultados

A continuación, se presenta los resultados del análisis documental que se realizó a los diferentes escritos, internacionales y nacionales que permean el quehacer en el aula inclusiva, para conocer la forma como aportan a la construcción de procesos de equidad en la escuela y como desde los lineamientos curriculares de ciencias naturales se aborda el trabajo con comunidades con diversidad funcional visual.

Un texto que intenta reconocer las condiciones sensoriales diversas es el Diseño Universal para el Aprendizaje DUA (Pastor et al., 2014), en el que se

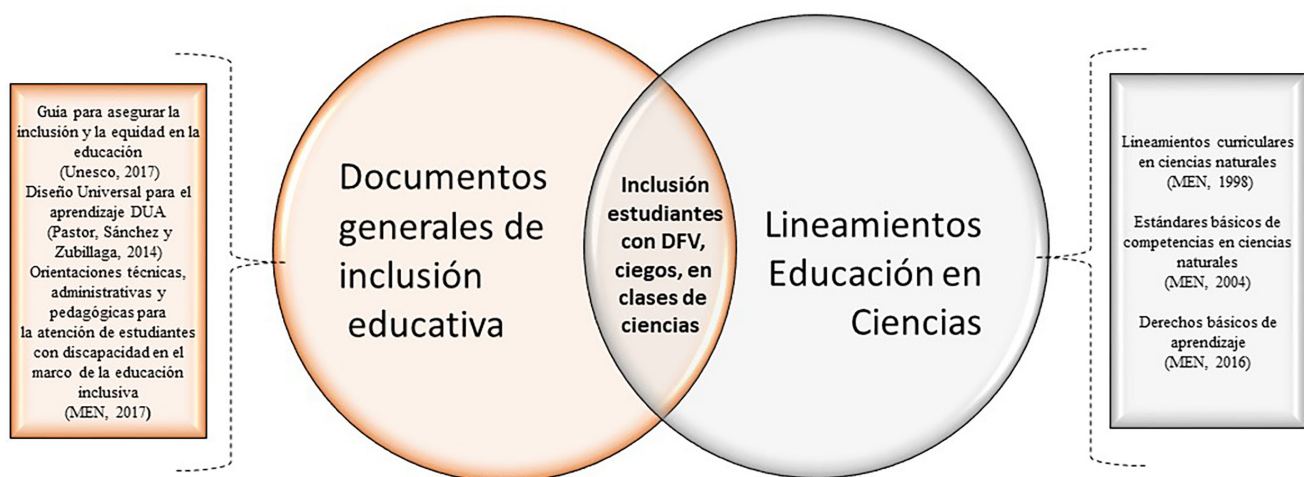


Figura 1. Relación de documentos analizados. Fuente: elaboración propia.

reflexiona sobre la educación inclusiva y la diversidad en el aprendizaje, partiendo del principio de equidad educativa y la formulación de un currículo que atienda las necesidades de los estudiantes. Entre los aportes que brinda este documento, se encuentran:

- Romper la dicotomía que existe dentro de las aulas de clase entre los estudiantes con “discapacidad” y sin “discapacidad”, a partir del reconocimiento de las capacidades que puede desarrollar cada uno de ellos.
- Centrar el foco de la discapacidad, que deja de estar en el estudiante y se desplaza a los materiales y a los medios.

En este modelo se dan a conocer un conjunto de pautas para ofrecer las mismas oportunidades de aprendizaje a todos los estudiantes, independiente de su condición. De este modo, propone el uso de diferentes herramientas para acceder a la información y sugiere cambiar la concepción sobre los procesos y formas de evaluación, entre otros.

No obstante, pese a que se enuncian una serie de estrategias que el maestro puede emplear para flexibilizar los procesos de enseñanza, es necesario reconocer la importancia entre la construcción de conocimiento y la experiencia sensorial. Después de la revisión del documento *Diseño Universal para el Aprendizaje DUA* (Pastor et al., 2014), surgen las siguientes observaciones: 1). Si los seres humanos, por esencia, somos diferentes, no tendría sentido establecer un modelo “universal” cuando existe una gran gama de diversidades que no pueden ser atendidas en un solo documento. Esto iría en contra de los principios básicos de equidad y diversidad. Se considera, por tanto, que no se puede generalizar la forma en la que aprende una persona con diversidad funcional visual, auditiva o cognitiva —por enunciar algunas—, teniendo en cuenta que cada sujeto construye representaciones del mundo atendiendo sus posibilidades sensoriales. 2). Los estilos de aprendizaje varían entre los sujetos, así como la forma en la que se abordan los objetos de estudio de las disciplinas. Por ejemplo, hablar del concepto de materia puede hacerse desde dos perspectivas: una

macroscópica, en la que las características físicas son “observables, y desde una visión microscópica, para referirse a su composición. Este concepto requiere de abordajes diferenciado dependiendo de la perspectiva desde la cual se analice. Por lo tanto, la reflexión individual y profunda de los campos del conocimiento permitirán establecer los caminos didácticos que respondan a la condición sensorial y al objeto de estudio que se desee enseñar. En síntesis, un modelo universal del aprendizaje sugiere algunas directrices a tener en cuenta frente a la inclusión educativa, pero resulta ser insuficiente con respecto a las disciplinas mismas y su enseñanza.

Otro documento revisado, es la *Guía para asegurar la inclusión y la Equidad en la Educación* (Unesco, 2017), donde se precisa que el tema hace parte de los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* aprobados en el año 2015. Se hace un esfuerzo para abordar el concepto de educación inclusiva para el contexto latinoamericano, el reconocimiento de políticas, acuerdos y programas, y la evolución del proceso desde la década de los 90. Además, se plantea un análisis de las políticas y algunas reflexiones frente a los logros y las proyecciones para los próximos años. En este documento se amplía la posibilidad de trabajar en currículos en los que se propicie una participación de los sujetos que intervienen en el proceso educativo a través de diferentes experiencias de aprendizaje y se resalta la importancia de la labor conjunta de maestros para reconocer prácticas significativas que permitan establecer un lenguaje común que aporte en la creación de escenarios inclusivos y equitativos. Expone que uno de los principales desafíos de la inclusión es profundizar y afinar las políticas para reducir las brechas sociales y las desigualdades.

Esta guía pone en evidencia experiencias significativas de los países iberoamericanos y cómo a lo largo de la historia, la inclusión se convierte en un tema que requiere ser investigado y abordado desde diferentes perspectivas. El trabajo se ha dado en diferentes comunidades y se precisa la importancia de abordar la revisión de los currículos y la formación docente. En cuanto a este último punto, se hace

referencia al trabajo que adelantan los educadores especiales, pero se considera que la responsabilidad del proceso de enseñanza no solo debe recaer en estos profesionales. Además, se debe considerar la visión de los maestros que acompañan las diferentes disciplinas para establecer estrategias didácticas sobre los objetos de estudio particulares de cada campo que atiendan las capacidades sensoriales. En el ámbito nacional, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia MEN, a través del documento de orientaciones técnicas y administrativas y pedagógicas para la atención de estudiantes con discapacidad, en el marco de la educación inclusiva (MEN, 2017), asume a las personas en condición de “discapacidad” como sujetos de derechos a los que se les debe garantizar una educación de calidad. Se le atribuye a la escuela la responsabilidad de atender y reconocer las potencialidades de los estudiantes, y la necesidad de brindar apoyo y adaptaciones concretas para aproximarse a las metas de aprendizaje. Asimismo, se presenta un conjunto de modelos a través de los cuales se puede abordar el enfoque diferencial y la caracterización de los estudiantes en el sistema educativo formal, entre los que se privilegia: el funcionamiento humano (Asociación Americana de Discapacidades Intelectuales y del Desarrollo AAIDD, 2011), la calidad de vida (Schalock y Verdugo, 2002, 2012) y las capacidades (Nussbaum, 2005, 2011).

En cuanto a la discapacidad visual y la implementación de estrategias de flexibilización curricular, señalan: “En aquellas asignaturas con alta carga visual (geometría, geografía, ciencias) se deben desarrollar estrategias pedagógicas diversas que posibiliten el acceso a la información y a características puntuales de lo que se pretende enseñar”. (MEN, 2017, p. 139)

El análisis del documento del MEN permite ver los siguientes aspectos: 1). Existe una preocupación por atender, desde diferentes perspectivas, la inclusión dentro de las instituciones educativas del país, además de exponer algunas de las brechas como la resistencia de los docentes, la prevalencia de modelos de segregación para atender las necesidades educativas, visiones sobre la discapacidad que se

dan entre las comunidades educativas y la inmersión de estudiantes con diversidad funcional. 2) Se inicia un proceso de reflexión sobre las implicaciones de enseñar determinados conceptos de las disciplinas cuando prevalece uno de los canales sensoriales. Por ejemplo, se comienza a cuestionar la forma de enseñar geometría, ciencias y geografía, que privilegian el sentido de la vista en el abordaje de sus objetos de estudio, para el caso de estudiantes con diversidad funcional visual, así como la importancia de las herramientas lingüísticas para los estudiantes sordos. 3) Se realiza una caracterización y diferenciación entre las necesidades de apoyo e intervención educativa para algunos tipos de diversidad —en las que se encuentra los trastornos del espectro autista TEA, la discapacidad intelectual, las discapacidades sensoriales: auditiva, visual y sordo ceguera, discapacidad física, discapacidad psicosocial— resaltando que los procesos educativos deben ser diferenciados y que hay que emplear diferentes recursos físicos y didácticos que permitan el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

Para el caso de la enseñanza de las ciencias, la escuela colombiana se soporta en los documentos “Lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental” (MEN, 1998), en los que se brindan orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular en el área teniendo en cuenta las políticas de descentralización pedagógica y curricular; los “Estándares básicos en competencias en Ciencias Naturales EBC” (MEN, 2004), que dan a conocer un conjunto de criterios sobre los que deben aprender los estudiantes en cada uno de los niveles educativos. Se pone un punto de referencia en el que se establece la capacidad de saber y saber hacer de los niños, niñas y jóvenes del país. Asimismo, se cuenta con el documento “Derechos básicos de aprendizaje en Ciencias Naturales” (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016), que se constituyen en un conjunto de contenidos con los que se busca construir rutas de enseñanza que promuevan los aprendizajes en cada año de escolaridad en los diferentes grados.

En los “Lineamientos curriculares Ciencias Naturales

y Educación Ambiental” (MEN, 1998) se describe, en una primera parte, los referentes teóricos, filosóficos, sociológicos y psicocognitivos de la educación en ciencias. Se expresan conceptualizaciones asociadas al conocimiento, la ciencia como un tipo de conocimiento y la tecnología. También se refieren a elementos asociados a la escuela como una institución social y democrática, la dimensión ambiental, escuela, salud y aprendizaje, la escuela y el currículo. Finalmente, se explicitan elementos referidos a la construcción de pensamiento científico, los procesos de pensamiento y la acción, así como la creatividad y el tratamiento de problemas. En la segunda parte del documento se refieren a las implicaciones pedagógicas y didácticas, en las que se destacan elementos como: el material didáctico, las ideas previas, la pregunta, el lenguaje científico, la predicción científica, la historia evolutiva de los conceptos, el papel del laboratorio, y los procesos de evaluación.

Con el análisis sobre elementos pedagógicos y didácticos descritos dentro de los lineamientos, se hace necesaria una visión más incluyente sobre las capacidades sensoriales y las formas de organizar las experiencias, atendiendo las diferencias de los seres humanos. Dentro de las descripciones que se realizan, priman los aspectos visuales y se presentan afirmaciones que requieren un tratamiento particular por las implicaciones que conlleva para un estudiante con diversidad funcional visual. Algunos ejemplos que ilustran este aspecto son:

- Las preconcepciones del alumno (o de cualquier individuo) son el fruto de la percepción y estructuración cognitiva basadas en experiencias cotidianas tanto físicas como sociales, que dan como resultado un conocimiento empírico de la ciencia. (MEN, 1994, p. 44)
- Estas preconcepciones se construyen a partir de observaciones cualitativas no controladas, aceptando las evidencias acríticamente. Vale la pena precisar que, el conocimiento del niño sobre lo que lo rodea, se está construyendo desde su infancia mediante su acción sobre el mundo y la representación simbólica de él, influida por el medio sociocultural

en donde crece. (MEN, 1994, p. 44)

- La práctica educativa debe, entonces, involucrar una acción comunicativa a través del lenguaje que permita al alumno encontrar sentido y significado, y no sea un obstáculo que bloquee al estudiante para acceder a los conocimientos científicos. Los símbolos, las fórmulas y las ecuaciones son la síntesis de las abstracciones conceptuales científicas (MEN, 1994, p. 44)

- El experimento tiene el papel de confirmar o falsear las hipótesis que el científico ha construido sobre la base de sus idealizaciones acerca del mundo de la vida. El instrumental y la forma como éste se ha dispuesto son ya una consecuencia de esta idealización. (MEN, 1994, p. 56)

En este contexto se puede observar que los lineamientos curriculares son un eje articulador de los elementos que se consideran necesarios para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. Sin embargo, se presentan desde la generalidad. En este caso, se requieren precisiones en las que se enuncien las maneras cómo un estudiante con capacidades sensoriales diferenciadas puede acceder a la realización de ciertos procesos, ya sea la representación matemática a través de símbolos y ecuaciones, el uso de instrumentos de medida, o la participación en observaciones del entorno cuando se carece del sentido de la vista. En ese orden de ideas, también tendría relevancia cuestionarse sobre la pertinencia del abordaje de algunos conceptos dentro del aula inclusiva. Por ejemplo, ¿es pertinente el estudio de los fenómenos ópticos, como el caso de la luz, cuando no se ha tenido una relación directa con estos?

Teniendo en cuenta estos aspectos, se realiza un análisis sobre las competencias que deben desarrollar los niños en los primeros niveles de formación a partir del documento de “Estándares básicos de Competencias-EBC” (MEN, 2004). En este se presentan elementos que potencian aspectos relacionados con la inclusión, con los que se busca aportar a la formación de hombres y mujeres como miembros activos de la sociedad, la complejidad en el aprendizaje, el trabajo colaborativo, entre

otros. Sin embargo, los verbos que se utilizan para precisar la expectativa del estándar son “describir”, “comparar” e “identificar”, acciones que en muchos casos expresan altas demandas en uso de información visual. En este sentido, Malagón & Vasco (2016) realizan un estudio en el que presenta un análisis sobre las implicaciones que tienen los estándares a las comunidades de niñas, niños y jóvenes con diversidad funcional visual, concluyendo que,

La experiencia visual juega un papel importante en la posibilidad de describir, establecer diferencias, encontrar semejanzas, establecer criterios de clasificación, en la identificación de patrones, y características físicas de los organismos; todo esto en el espacio natural donde se encuentran los organismos. ¿Qué tanto sabemos sobre la idea de mundo natural que configura el estudiante invidente? ¿Qué características privilegia? ¿Esas características son suficientes para abordar la conceptualización que se propone? A partir del reconocimiento de dichas características, ¿qué reflexiones didácticas se deberían emprender para potencializar la condición sensorial del estudiante? (Malagón & Vasco, 2016, p. 21)

En el caso de los Derechos Básicos de Aprendizaje DBA (MEN, 2016) se dan a conocer los aprendizajes que se espera alcancen los estudiantes en determinado grado de escolaridad y se proponen rutas para los procesos de enseñanza y de aprendizaje que, movilizados a través de diferentes estrategias, enfoques y el reconocimiento de las necesidades de los contextos le permitirán a los estudiantes el desarrollo de habilidades y competencias en esta área del conocimiento. El documento se estructura en tres partes: el enunciado, las evidencias de aprendizaje y el ejemplo. Es importante, señalar que estos tienen estrecha relación con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias (EBC). En ese marco, en algunas de las acciones planteadas como evidencias de aprendizaje se privilegia el sentido de la visión y se cita como elemento necesario para comprender aspectos del mundo natural. Por ejemplo, “Describe y caracteriza, utilizando la vista, diferentes tipos de luz (color, intensidad y fuente - Usa instrumentos

como la lupa para realizar observaciones de objetos pequeños y representarlos mediante dibujos” (p.8). Si bien se establece que los DBA por sí solos no constituyen una propuesta curricular, se debe establecer una flexibilización en la que se reconozcan las capacidades sensoriales y se reflexione sobre el sentido y significado que los estudiantes con DFV le atribuyen a diferentes fenómenos que se estudian desde las ciencias naturales.

De manera particular, la Secretaría de Educación Distrital de Bogotá, atendiendo la normatividad vigente en cuanto a la inclusión educativa y a los principios constitucionales, ha promovido este proceso dentro las instituciones educativas oficiales. Sin tener en cuenta los procesos de aprendizaje de las poblaciones diversas y la forma como construyen conocimiento científico escolar. En los últimos años se ha evidenciado un aumento en la matrícula debido a la ejecución de proyectos en los que se involucran estudiantes con discapacidad, capacidades y/o talentos excepcionales, víctimas de la violencia, y etnias dentro de las aulas. Según el documento “Lineamiento de política de educación inclusiva” (SED, 2018), entre 2016 y 2017 se dio un crecimiento del 23.5 % en la matrícula relacionada con la discapacidad, señalando que el mayor número de estudiantes atendidos presentan discapacidad cognitiva, seguido por estudiantes sordos o hipocúscicos, con limitación física, ceguera y baja visión, entre otros. Lo que pone en escena la necesidad de emprender acciones que posibiliten una verdadera inclusión al sistema educativo pensada desde las diferentes áreas del conocimiento.

También se reconoce que en el Plan Sectorial de Educación de Bogotá 2016-2020 se incluyen líneas de acción, sobre la calidad educativa para todos y la inclusión educativa para la equidad. En este documento, se propone la creación de ambientes inclusivos en los que se valora la diversidad y se atiende la diferencia como una oportunidad, producto un trabajo colectivo que vincula a los diferentes actores académicos. Además, hace un reconocimiento de los fundamentos normativos y conceptuales de la educación inclusiva, describe el contexto de la

ciudad de Bogotá, y finalmente, se presenta la propuesta de lineamientos, que incluye las dimensiones políticas, su gestión e implementación. Lo cual hace evidente en la línea de política de intención de cambio frente a la inclusión.

En resumen, desde las políticas públicas se considera necesaria la transformación del sistema educativo, que parte con la identificación de las barreras didácticas, comunicativas, sociales culturales y físicas para promover la participación de los miembros de la comunidad, la flexibilidad e innovación, entre otros aspectos. Además, se plantean acciones estratégicas que van desde procesos de sensibilización de la formación del talento humano, la adecuación de plantas físicas y mobiliarios hasta el incentivo para instituciones educativas que sean líderes en inclusión. Sin embargo, el escenario pone en relieve que faltan acciones relacionadas con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las disciplinas en poblaciones en condiciones de diversidad.

5. Conclusiones y/o Consideraciones finales

Las reflexiones internacionales y nacionales han aportado a la construcción de condiciones de equidad en el campo de la inclusión educativa. Sin embargo, los análisis que se realizan a los lineamientos curriculares, los estándares de competencias y los derechos básicos de aprendizaje para las ciencias naturales, permiten identificar que existe una brecha entre los ideales de la inclusión y la forma en la que se concretizan en su enseñanza. La existencia de documentos base para cada una de las áreas del conocimiento, entre ellas las ciencias naturales, la omisión en los mismos de asuntos referidos a la inclusión educativa y, en particular, a la inclusión educativa de estudiantes con diversidad funcional visual, pone en relieve que no existe literatura suficiente soportada en investigaciones que brinde orientaciones a los maestros de ciencias naturales sobre las estrategias o mecanismos que incluyan a los estudiantes con diversidad funcional visual, aspecto que no favorece la construcción de conocimiento científico.

Desde esta investigación se considera que, para la educación inclusiva de niños y jóvenes con diversidad funcional visual, no es suficiente la adecuación física y la vinculación de profesionales como tiflólogos, intérpretes o acompañantes. Además, se requieren reflexiones sobre la dinámica del aula en las que se aborde, de manera intencional, las formas en que las y los estudiantes acceden y organizan la información de los fenómenos naturales para brindar herramientas pedagógicas y didácticas que sean incluyentes para todos; que reconozca el papel de la experiencia sensible en la construcción de conocimiento científico escolar que les permita actuar como ciudadanos responsables e informados. Con los procesos de inclusión educativa, se busca superar las barreras de acceso, aumentar la participación de los estudiantes, reducir las brechas que se dan entre los currículos, las condiciones de los contextos y las características de las poblaciones. No obstante, se evidencia que en algunos documentos de política pública predominan el uso de términos peyorativos con las personas con Diversidad Funcional, se emplean invidentes, discapacidad visual, persona con necesidades educativas especiales, entre otros, colocando barreras en la forma como se deben asumir en diferentes procesos sociales y educativos.

En este sentido, esta comunicación hace parte de la investigación sobre la construcción de lineamientos curriculares que atiendan la inclusión educativa con estudiantes con diversidad funcional visual en clase de ciencias naturales en la educación primaria se constituye en una oportunidad para comprender las formas como acceden al conocimiento estas comunidades para emprender caminos didácticos que incluyan sus capacidades sensoriales.

6. Referencias

- BELGICH, H. (1998). Niños en integración escolar hacia una lógica democrática de los procesos de inclusión. Buenos Aires, Argentina: Homo Sapiens Editorial.
- BERMEJO, M. L., FAJARDO, M. I., & MELLADO,

- V. (2002). El aprendizaje de las ciencias en niños ciegos y deficientes visuales. *Integración*, (38), 25–34. <https://doi.org/10.1002/cber.19921250107>
- CANDELA, A. (1990). *Cero en conducta No. 20: Cómo se aprende y se puede enseñar Ciencias Naturales*. México: Ediciones para pensar la prueba Operativa
- CAMARGO, E. Y NARDI, R. (2012). Análisis del proceso inclusivo del alumno ciego en clases de física moderna. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 7(1), 7-31
- ECHEITA, G., & AINSCOW, M. (2011). La educación inclusiva como derecho. Marco de referencia y pautas de acción para el desarrollo de una revolución pendiente. *Tejuelo: Didáctica de la Lengua y la Literatura*, (12), 26-46
- MALAGÓN, R., & VASCO, C. (2016). Duplicidad del discurso oficial sobre la inclusión de los niños , niñas y jóvenes ciegos en las aulas regulares y el tratamiento del espacio en los documentos curriculares. *Hologramática*, (24), 3–29.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA, MEN (1998). *Lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-339975_recurso_5.pdf
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA, MEN (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*. Bogotá, Colombia. Recuperado de HTTPS://WWW.MINEDUACION.GOV.CO/1621/ARTICLES-116042_ARCHIVO_PDF3.PDF
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA, MEN (2017). *Documento de orientaciones técnicas, administrativas y pedagógicas para la atención educativa a estudiantes con discapacidad en el marco de la educación inclusiva*. Bogotá, Colombia. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-360293_foto_portada.pdf
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE COLOMBIA, MEN (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje, Ciencias Naturales*. Bogotá, Colombia. Recuperado de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C_Naturales.pdf
- NUSSBAUM, M. C. (2005). *El cultivo de la humanidad. Una defensa clásica de la reforma en la educación liberal*. Madrid: Paidós.
- NUSSBAUM, M. C. (2011). *Crear capacidades. Propuesta para el desarrollo humano*. Madrid: Paidós.
- PASTOR, C, SÁNCHEZ, J. & ZUBILLAGA, A. (2014). *Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)*. Recuperado de https://www.educadua.es/doc/dua/dua_pautas_intro_cv.pdf
- ROMAÑACH, J. Y LOBATO, M. (2005). *Diversidad funcional, nuevo término para la lucha por la dignidad en la diversidad del ser humano*. Recuperado de http://forovidaindependiente.org/wp-content/uploads/diversidad_funcional.pdf
- SCHALOCK, R. Y VERDUGO, M. (2002). *Calidad de vida. Manual para profesionales de la educación, salud y servicios sociales*. Madrid: Alianza citado en Ministerio de Educación de Colombia, MEN (2017). *Documento de orientaciones técnicas, administrativas y pedagógicas para la atención educativa a estudiantes con discapacidad en el marco de la educación inclusiva*. Bogotá, Colombia
- SCHALOCK, R. Y VERDUGO, M. (2012). *El cambio en las organizaciones de discapacidad. Estrategias para superar sus retos y hacerlo realidad. Guía de liderazgo*. Madrid: Alianza.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BOGOTÁ, Colombia SED. (2018). *Documento Lineamientos de Política de Educación inclusiva*. Bogotá. Recuperado de <https://www.compartirpalabra.maestra.org/documentos/otras-investigaciones/sed-educacion-inclusiva.pdf>
- UNESCO. (1990). *Marco de acción para satisfacer las necesidades básicas*. Jomtien, Tailandia. Recuperado de http://www.unesco.org/education/pdf/JOMTIE_S.PDF
- UNESCO. (2016). *Educación Especial e Inclusión*. Francia. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/>

pdf/XI-XII-jornadas-de-Cooperacion.pdf
UNESCO. (2017). Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación. Paris, Francia
Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259592>

URIBE, J. (2011). La investigación documental y el estado de arte como estrategia de investigación en las ciencias sociales. En P. Páramo.

(Compilador), La investigación en Ciencias Sociales: Estrategias de investigación (pp. 195-210). Bogotá: Universidad Piloto de Colombia
VIVEROS, E. Y CAMARGO, E. (2011). Deficiência visual e educação científica: orientações didáticas com um aporte na neurociência cognitiva e teoria dos campos conceituais. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 6(2), 25-50





A PRESENÇA DA NÃO NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA-TECNOLOGIA EM LITERATURA SOBRE A EDUCAÇÃO BÁSICA

THE PRESENCE OF NON-NEUTRALITY OF SCIENCE-TECHNOLOGY IN LITERATURE ON BASIC EDUCATION

LA PRESENCIA DE LA NO NEUTRALIDAD DE LA CIENCIA-TECNOLOGÍA EN LA LITERATURA DE EDUCACIÓN BÁSICA

Taís Regina Hansen* , Daniel Marsango** , Rosemar Ayres dos Santos*** 

Cómo citar este artículo: Hansen, T. R., Marsango, D. y Santos, R. A. (2021). A presença da não neutralidade da Ciência-Tecnologia em literatura sobre a Educação Básica. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 238-254. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15823>

Resumo

A partir de meados do século XX, uma parcela da população passou a observar o desenvolvimento científico-tecnológico com um olhar mais crítico, surgindo o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade que, ao passar dos anos, ganha força e adentra a educação. O ensino baseado nesse enfoque visa, entre outros aspectos, a formação de um cidadão crítico capaz de atuar positivamente na sociedade em que está inserido. Assim, a partir de temáticas relacionadas as vivências do estudante pretende-se que o mesmo seja capaz de perceber aspectos ligados ao desenvolvimento da Ciência-Tecnologia, bem como, sua não neutralidade, a fim de desmistificar diversas visões inadequadas referentes às mesmas. Dessa forma, investigamos como comparecem e quais encaminhamentos são dados às práticas educativas de perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na discussão da não neutralidade da Ciência-Tecnologia. O corpus de análise foi composto por trabalhos publicadas nos anais das edições dos; Encontro Nacional de Ensino de Química, Encontro Nacional de Ensino de Biologia e Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, esse corpus foi submetido a análise textual discursiva, objetivando identificar e caracterizar a abordagem dada à dimensão da não neutralidade da Ciência-Tecnologia. Sintetizamos os resultados em: 1) Visões inadequadas sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade; 2) Não neutralidade da Ciência-Tecnologia, superação dos mitos; 3) Participação social, postura crítico-reflexiva apresentadas após a implementação das práticas. Sinalizamos que ao trabalharmos com o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade

Recibido: 16 de enero de 2020; aprobado: 29 de octubre de 2020

* Licenciada em Física. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Brasil. E-mail: tais.rhansen@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4818-5211>

** Licenciado em Física. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Brasil. E-mail: denifenton.com@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5465-0824>

*** Doutora em Educação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora do curso de Física Licenciatura e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Brasil. E-mail: roseayres07@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1068-2872>

estamos promovendo ampliação das concepções de não neutralidade da Ciência-Tecnologia, assim como, promovendo a formação de sujeitos responsáveis e habilitados em intervir positivamente no meio em que estão inseridos na sociedade.

Palavras Chave: Currículo. Enfoque CTS. Práticas educativas. Educação em Ciências.

Abstract

From the mid-twentieth century onwards, a portion of the population began to observe scientific-technological development with a more critical view, resulting in the Science-Technology-Society Movement that, over the years, gained strength and entered on education. The teaching based on this approach aims, among other aspects, the education of a critical citizen capable of acting positively in the society in which is inserted. Thus, from themes related to the student's experiences, it is intended to be able to perceive aspects related to the development of Science-Technology, as well as its non-neutrality, to demystify several mistaken views about them. Thus, we investigate how they attend and what referrals are given to educational practices from the perspective Science-Technology-Society in the discussion of non-neutrality of Science-Technology and values present in scientific-technological development. The corpus of analysis was composed by works published in the annals of the editions of; the National Meeting of Chemistry Teaching, National Meeting of Biology Teaching, and Research Meeting in Physics Teaching, this corpus was submitted to discursive textual analysis, aiming to identify and characterize the approach given to the non-neutrality dimension of Science-Technology. We summarize the results in 1) Misconceptions about scientific-technological development and the Science-Technology-Society approach; 2) Non-neutrality of Science-Technology, overcoming myths; 3) Social participation, critical-reflexive posture presented after the implementation of the practices. We signal that by working with the Science-Technology-Society approach we are promoting the expansion of the concepts of non-neutrality of Science-Technology, as well as, promoting the education of responsible and qualified subjects to intervene positively in the environment in which they are inserted in the society.

Keywords: Curriculum. STS perspective. Educational Practices. Education in Science.

Resumen

Desde mediados del siglo XX en adelante, una parte de la población comenzó a observar el desarrollo científico-tecnológico con un ojo más crítico, lo que resultó en el Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad que, con los años, ganó fuerza y entró en la educación. La enseñanza basada en este enfoque tiene como objetivo, entre otros aspectos, la formación de un ciudadano crítico capaz de actuar positivamente en la sociedad en la que se inserta. Por lo tanto, a partir de temas relacionados con las experiencias del alumno, se pretende que pueda percibir aspectos relacionados

con el desarrollo de la Ciencia-Tecnología, así como su no neutralidad, para desmitificar varios puntos de vista erróneos sobre ellos. Por lo tanto, investigamos que referencias aparecen en el desarrollo de las prácticas educativas desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad, en la discusión de la no neutralidad de la Ciencia-Tecnología. El corpus de análisis fue compuesto por trabajos publicados en las memorias de las ediciones del; Encuentro Nacional de Enseñanza de la Química, Encuentro Nacional de Enseñanza de la Biología y Encuentro de Investigación en Enseñanza de la Física, este corpus fue sometido a un análisis textual discursivo, con el objetivo de identificar y caracterizar el enfoque dado a la dimensión de no neutralidad de Ciencia-Tecnología. Resumimos los resultados en: 1) Conceptos erróneos sobre el desarrollo científico-tecnológico y el enfoque de Ciencia-Tecnología-Sociedad; 2) No neutralidad de Ciencia-Tecnología, superando mitos; 3) Participación social, postura crítico-reflexiva presentada después de la implementación de las prácticas. Señalamos que al trabajar con el enfoque de Ciencia-Tecnología-Sociedad estamos promoviendo la expansión de los conceptos de no neutralidad de Ciencia-Tecnología, así como promoviendo la formación de sujetos responsables y calificados para intervenir positivamente en el entorno en el que se insertan en la sociedad.

Palabras clave: Currículo. Perspectiva CTS. Prácticas educativas. Educación en ciencias.

1. Contextualizando o Problema Investigado

Na atualidade, o desenvolvimento do bem-estar social, de uma maior qualidade de vida pode requerer outro desenvolvimento científico-tecnológico, distinto daquele demandado pelas empresas transnacionais. Tais avanços a que estamos comumente condicionados, além de supostos benefícios, muitas vezes, vem acompanhado de riscos e prejuízos ligados desde o meio ambiente, à saúde, e ao desenvolvimento socioeconômico de uma determinada região. Desse modo, nas últimas décadas, vem crescendo a necessidade de questionarmos junto à sociedade os problemas e as limitações da atividade científico-tecnológica, bem como suas repercussões na sociedade e no ambiente. Nesse sentido, surge na década de 60, do século passado, o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), cujo foco era apontar para um caminho de participação social, visando, entre outros aspectos, um avanço científico-tecnológico mais consciente que viesse a atender

as reais demandas da sociedade.

Da mesma forma, STRIEDER (2012) aponta a crescente defesa de um modelo de decisões mais democrático referente às questões de Ciência-Tecnologia (CT), em que se exige uma maior participação dos sujeitos nas decisões. Assim, a educação assume papel de destaque para abordagem do enfoque e, conseqüentemente, a problematização do avanço CT, inserindo-a no currículo da Educação Básica e Superior, com o intuito de desenvolver valores com os estudantes. “Esses valores estão vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade” (SANTOS, 2007 p.114). Todavia, o que se percebe em nosso contexto educacional, em consonância com o autor, é que muitas práticas são ditas como CTS quando na verdade são apenas mencionadas as relações CTS de forma pontual sem haver o desenvolvimento dos objetivos citados anteriormente.

Diante de tais aspectos, que revelam a importância de uma educação embasada no enfoque CTS e os decorrentes equívocos relativo às mesmas, consideramos que investigar as práticas educativas deste viés se tornam essenciais. Dessa maneira, apresentamos nosso problema de pesquisa: Como comparecem e quais os encaminhamentos dados às práticas educativas de perspectiva CTS na discussão da não neutralidade da CT? Objetivamos identificar e caracterizar a abordagem dada, à dimensão da não neutralidade da CT, nas configurações curriculares, nas práticas educativas das investigações publicadas nos anais das edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENEBIO) e do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF).

2. Marco Teórico

AULER (2002) apresenta três mitos da Ciência como pilares chave para sustentação do ideal neutro da mesma que, ignorando a presença de valores, fragiliza a participação social. Conforme representado na (Figura 1), no qual entende-se, ingenuamente, que mais desenvolvimento científico (DC) ocasiona o desenvolvimento tecnológico (DT), gerando o desenvolvimento econômico (DE) e, desta forma,

ocasionando um desenvolvimento social, vinculado ao bem-estar (DS).

No primeiro mito, superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, o autor salienta que o expert, geralmente o especialista ou técnico, poderiam resolver os problemas sociais de maneira eficiente e ideologicamente neutros, para cada problema existe uma solução. Ou seja,

não deixa espaço para a democracia nas decisões que afetam a tecnologia, considerando que essa está presa a uma visão de progresso, de resolução de problemas que exclui ambiguidades. A intolerância frente a ambiguidades inviabiliza o debate sobre o futuro: só há uma forma de avançar e o especialista, melhor do que ninguém, pode comandar o processo. A participação pública na escolha entre enfrentamentos possíveis a uma determinada situação, introduz, segundo a perspectiva tecnocrática, um elemento de incerteza, inaceitável nessa visão (AULER, 2002, p. 103).

E, como consequência a participação social acaba sendo vetada e a CT é valorizada como instância absoluta. Absolutismo esse encontrado em THUILLIER (1989), ao destacar que:

A tendência da tecnocracia é transferir a “especialistas”, técnicos ou cientistas, problemas que são de todos os cidadãos. [...]. Não digo que os tecnocratas sejam maus, nem que tomem sempre decisões erradas. Digo

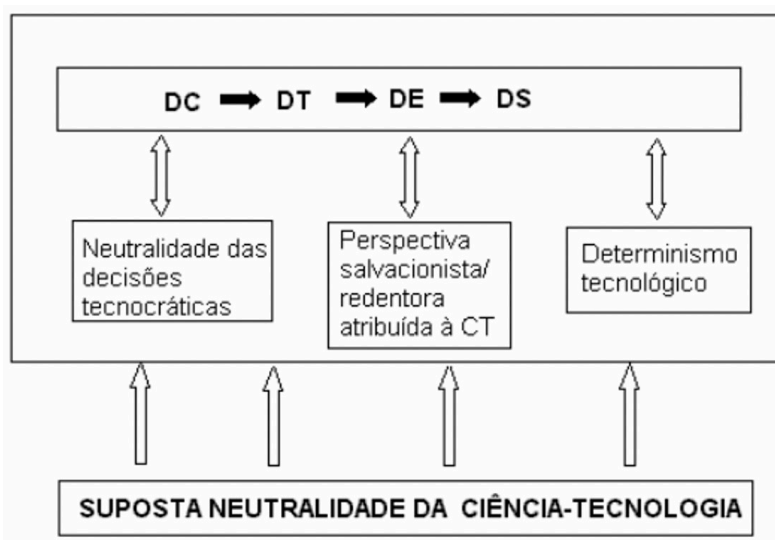


Figura 1. Esquema representando os mitos que sustentam a suposta neutralidade da CT

Fonte. AULER; Delizoicov, 2006.

que é mau o sistema que lhes dá esse poder (p. 22). Poder esse que traz consigo outro mito: A perspectiva salvacionista da Ciência-Tecnologia, defendendo a ideia de que os problemas atuais e futuros, serão automaticamente resolvidos com o desenvolvimento e avanço maior da CT construindo, dessa forma, o ideal de que a solução situa-se, apenas, em mais Ciência, em mais Tecnologia.

Esse mito salienta que o modelo atual de CT leva a um modelo linear de progresso em que o bem-estar social vem acompanhado do desenvolvimento científico-tecnológico. Porém, é possível avaliar que tal avanço nem sempre garante uma melhor qualidade de vida. Como no caso da revolução da microeletrônica que leva consigo diversificadas e significativas mudanças no modelo empregatício, pois, eleva parte dos atuais níveis de desemprego e sua solução não está diretamente associada à própria evolução e/ou mais investimento em CT, visto que, para aumentar a produtividade e ampliar o desenvolvimento científico-tecnológico, menos postos de trabalhos são formados. Assim, como consequência tal modelo leva à criação de mais riqueza, mas minimiza o trabalho manual, trazendo o chamado crescimento sem emprego (ALBAN, 1999 AULER, 2002).

Outro exemplo é do investimento nos alimentos geneticamente modificados, estimados para serem responsáveis por erradicar a fome no mundo, que mesmo elevando as taxas de produção, em sua maioria de monoculturas, não resolve o problema, tendo em vista que a questão da fome está ligada a problemas de distribuição de renda e não a falta de alimentos. A CT que, ideologicamente, conduziria linearmente ao bem-estar social é utilizada, muitas vezes, como ferramenta de exploração econômica e agregação de valores materialistas.

Já, o terceiro mito, o Determinismo Tecnológico, é apresentado e defendido por dois ideais: A mudança tecnológica é a causa da mudança social e a tecnologia é autônoma e independente das influências sociais (AULER, DELIZOICOV, 2001). Essa visão implica que as tecnologias sejam dotadas como autônomas e estejam fora do alcance da sociedade,

operando de forma independente, autocontrolável e autoexpansível, estando fora do controle humano, sempre automodificando-se e moldando a sociedade o qual, embasado num processo mecânico, aponta que a tecnologia deve ser o motivo das grandes revoluções e sem ela não é possível haver progresso histórico. Todavia, ignora o ideal que os artefatos científico-tecnológicos são frutos das alterações sociais de uma sociedade, exclui os impactos dessa CT e veta a participação social na decisão da agenda de pesquisa em CT (CORRÊA, 2013).

Além disso, para LACEY (2003), a tradição da ciência moderna levou as pessoas a considerarem que esta é “livre de valores”. Para o autor, alavancar a participação social requer a superação dessa compreensão.

Diante desse contexto, o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem em um de seus pilares, a exigência de uma participação da sociedade nos processos decisórios relacionados à tríade CTS. Tal aspecto só se tornará viável a partir da “preparação de cidadãos para o controle social da ciência e da tecnologia” implicando “que haja uma educação de valores éticos para o compromisso com a sociedade” (SANTOS, MORTIMER, 2001 p. 102). Nessa perspectiva, o enfoque CTS adentra as escolas buscando “promover o letramento em ciência e tecnologia, de maneira que se capacite o cidadão a participar no processo democrático de tomada de decisões e se promova a ação cidadã encaminhada à solução de problemas relacionados à tecnologia” (WALKS, 1990 p. 43).

A partir do letramento científico-tecnológico os estudantes serão capazes de perceber as interações e influências mútuas entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e desta forma, “abre-se a possibilidade de potencializar mecanismos ampliados de participação em processos decisórios” (ROSA, AULER, 2016 p. 216). Nesse contexto,

o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Emerge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do

cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 p.77)

Ainda, segundo os autores, a “educação deverá contribuir para a autoformação do estudante, estimulando-o a assumir a condição humana, incentivando-o a viver de forma a se tornar um cidadão” (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 p.79).

3. Direcionamentos Teórico-Metodológicos

Consiste em uma investigação qualitativa, de cunho documental (GIL, 2008), versa em um dos resultados de uma pesquisa mais ampla. Para a realização da mesma, o corpus de análise estruturou-se pelos artigos presentes nos anais das 5 edições do ENEQ (2006-2016), 5 edições do ENEBIO (2005-2014) e 17 edições EPEF (1986-2018). Optamos por essas fontes devido a sua representatividade a nível nacional, considerando que são os principais eventos de divulgação científica dentro de sua área, representando assim, a Educação em Ciências.

A seleção do corpus seguiu duas etapas distintas. Na primeira, como critério de seleção, buscamos artigos que contassem no título, resumo e/ou palavras-chave, os descritores Ciência-Tecnologia-Sociedade, Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente e/ou as siglas CTS, CTSA. Nessa etapa encontramos

sessenta e oito (68) trabalhos no EPEF, oitenta (80) no ENEQ e vinte dois (22) no ENEBIO, totalizando cento e setenta (170) artigos.

Já, em uma segunda etapa, objetivando contemplar nosso objeto de pesquisa, desses, selecionamos apenas os artigos que discutiam práticas educativas implementadas na educação básica, resultando em um número de vinte e dois (22) artigos no EPEF, nove (9) no ENEBIO e trinta e sete (37) no ENEQ. Os artigos foram identificados como A1 a A68¹.

Com o corpus estruturado, iniciamos as análises, guiados metodologicamente pela Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES, GALIAZZI, 2007)

[...] caracterizada como exercício de produção de metatextos, a partir de um conjunto de textos. Nesse processo constroem-se estruturas de categorias, que ao serem transformadas em textos, encaminham descrições e interpretações capazes de apresentarem novos modos de compreender os fenômenos investigados (MORAES, GALIAZZI, 2007 p. 89).

Assim, a ATD é dividida em três etapas, as quais

¹ Os artigos citados nesse trabalho foram: A1 (NASCIMENTO et al., 2010); A6 (PANSERA, NETTO, 2016); A10 (CAMPOS, SATO 2016); A15 (FRANÇA et al., 2016); A19 (PAIVA, ARAÚJO, 2016); A23 (BRAGA; SENRA, 2010); A25 (NETO, BARRETO, 2012); A28 (BARCELLOS, COELHO, 2018); A34 (VECCHIO, 2014); A36 (BORGES et al., 2010); A39 (LINHARES, 2014); A42 (COSTA et al., 2016); A43 (SIMAS et al., 2014); A48 (MATHIAS, AMARAL, 2010); A51 (BUFFOLO; RODRIGUES, 2010); A54 (RODRIGUES, 2016); A58 (NASCIMENTO, PIUZANA, SILVA, 2016); A63 (PAULO et al., 2016); A67 (ENGELMANN, LEITE, 2016).

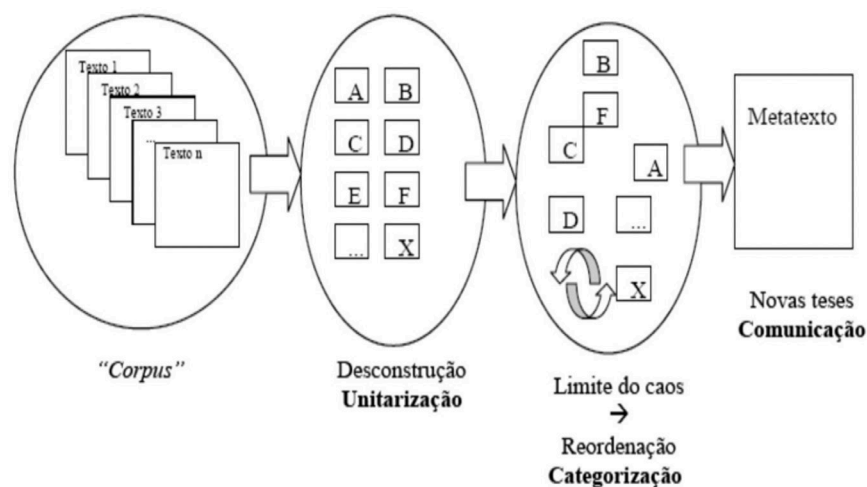


Figura 2. Processos da ATD. Fonte. TORRES et al., 2008.

se caracterizam como os elementos principais da análise, sendo representadas na figura abaixo.

A unitarização consiste na primeira etapa, momento em que ocorre uma desmontagem de textos, elementos significativos e tabelas pela qual são destacados os elementos constituintes, “significa colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes dos textos, um processo de decomposição que toda análise requer” (MORAES, GALIAZZI 2007 p. 18). Nesta etapa, é fundamental que os objetivos e o problema de pesquisa estejam bem estruturados, uma vez que, servem como guia e precursor no decorrer do processo. A partir dessa etapa surgem as unidades de análise ou, também chamadas, unidades de sentido, as quais devem ser devidamente nomeadas a fim de identificar, ao final da análise, de qual texto fazem parte. Nesta etapa, portanto, chegamos a um valor de setenta e cinco (75) núcleos de sentido do EPEF, dezenove (19) do ENEBIO e cento e seis (106) do ENEQ, totalizando duzentos (200) unidades de sentido. Essas unidades de sentido são exemplificadas pelos excertos extraídos do corpus de análise e utilizados na discussão das categorias.

Após esse processo inicial de unitarização, prosseguimos para o de categorização, o qual MORAES, GALIAZZI (2007 p. 75) salientam corresponder “a simplificações, reduções e sínteses de informações de pesquisa, concretizados por comparação e diferenciação de elementos unitários, resultando em formação de conjunto de elementos que possuem algo em comum”, de modo geral, tal processo compõem o aspecto central da análise qualitativa. Assim, podemos definir a etapa da categorização como sendo um processo de comparação entre as unidades de sentido construídas anteriormente, realizando o agrupamento, nas chamadas categorias, dos elementos semelhantes. As categorias, por sua vez, devem ser nomeadas no decorrer de sua construção a fim de atribuir um significado a cada uma delas, visto que “a partir delas que se produzirão as descrições e interpretações que comporão o exercício de expressar as novas compreensões possibilitadas pela análise” (MORAES, 2003 p. 197).

A comunicação e validação corresponde ao último

processo da análise ATD. Resulta de uma análise das teorias emergentes estruturadas e apresentadas pelas categorias, na qual o pesquisador faz descrições e interpretações durante o processo de análise e expõe seus resultados em um metatexto com suas ideias e teorias frente ao fenômeno investigado. Esse processo é uma nova combinação dos elementos construídos ao longo dos passos anteriores, sustentado pelo referencial teórico adotado em um texto que deve possuir “uma introdução e um fechamento de qualidade. A introdução vista como “dizer o que vem depois” e o fechamento, entendido como “dizer o que veio antes” são elementos essenciais para a construção de textos claros e de fácil leitura” (MORAES, 2003 p. 203). Desta forma, chegamos a três categorias: 1) Visões inadequadas sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade; 2) Não neutralidade da Ciência-Tecnologia, superação dos mitos; e 3) Participação social, postura crítico-reflexiva apresentadas após a implementação das práticas. Tais categorias são discutidas a seguir.

4. Evidências e Sinalizações da Análise

As práticas educativas analisadas trabalhavam com uma grande variedade de temáticas. Na área da Física podemos destacar: Energia: formas, transformação e conservação; Radiação Ultravioleta-Corpo Humano; Indução Eletromagnética; Hidrostática; Trânsito e Mobilidade Urbana; Automóveis e os Motores a Combustão; Física Nuclear; Ligações Elétricas Irregulares; e Efeito Fotoelétrico.

Na da Química: Pilhas e baterias; Indústria e Meio Ambiente; Agricultura e a Química dos Fertilizantes; Petróleo; Química Forense; Chuva Ácida; Química do Lixo; Químico Social; Alimentos e Aditivos; Qualidade da Água; Combustíveis e seus Impactos Ambientais; Qualidade do Leite; Drogas; Efeito Estufa; Produção de Sabão a partir de Óleo de Cozinha Descartado; Radioatividade; Materiais da Construção Civil; Fosfoetanolamina; entre outros. Na Biologia: Citologia; Energia; Educação Ambiental; Genética; Alimentos Transgênicos; Telefonia Móvel; etc.

Assim, em concordância com SANTOS, MORTIMER (2001 p. 107), destacamos que

A adoção de temas envolvendo questões sociais relativas à C&T, que estejam diretamente vinculadas aos alunos, nos parece ser de primordial importância para auxiliar na formação de atitudes e valores. Para isso, parece ser essencial o desenvolvimento de atividades de ensino em que os alunos possam discutir diferentes pontos de vista sobre problemas reais, na busca da construção coletiva de possíveis alternativas de solução. Embora em muitas práticas ainda encontramos alguns possíveis equívocos referentes ao enfoque CTS, podemos perceber a importância das mesmas na tentativa de superação da neutralidade da CT, pois, apresentaram resultados positivos, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes/sensibilizados e participativos. Além disso, podemos salientar a relevância de tais práticas para a motivação dos estudantes, visto que, tratam-se de práticas que abandonaram o denominado método tradicional de ensino, focando em estratégias didáticas diferenciadas como experimentação, jogos didáticos, palestras, visitas de campo, vídeos, entre outros, capazes de despertar o interesse, a curiosidade dos estudantes possibilitando aumentar, assim, o nível de qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, destacamos que “o ensino que se pretende é aquele que propicie condições para o desenvolvimento de habilidades, o que não se dá simplesmente por meio do conhecimento, mas de estratégias de ensino muito bem estruturadas e organizadas.” (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 p. 80). Nessa perspectiva, discutimos as categorias obtidas da análise do corpus.

4.1. *Visões inadequadas sobre do desenvolvimento científico-tecnológico e da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade*

Nesta categoria encontramos um total de trinta e quatro (34) núcleos de sentido, os quais relatam alguns dos equívocos apresentados durante a implementação das práticas, seja pelos estudantes ou pelos próprios professores, sobre a abordagem com enfoque CTS. A inclusão da mesma, no campo educacional, ocorre desde a década de 70, estando

presente nas recomendações curriculares como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais e mais recentemente a Base Nacional Comum Curricular. Todavia, ainda são muitos os professores que possuem uma visão distorcida do objetivo dessa abordagem, acreditando que

o modelo CTS de ensino visa, através dos conteúdos da sala de aula, inserir o aluno no mundo da tecnologia. Porém isto deve ser feito de forma consciente, de modo que tanta tecnologia e avanço científico não se voltem contra a sociedade na forma de impactos ambientais (A1², p. 2).

Essa e outras concepções apresentam equívocos sobre o enfoque CTS. Podemos ressaltar que os estudantes, assim como professores, ainda possuem uma visão de linearidade entre o desenvolvimento da CT e mais qualidade de vida, acreditando que as decisões tomadas pelos especialistas quanto a sua expansão, tal como os artefatos científico-tecnológicos, não trazem implicações para o contexto em que estão inseridos. A própria visão de CT é equivocada, muitos acreditam que é ela a única responsável pelos avanços tecnocientíficos, medicinais e industriais trazendo uma série de vantagens à sociedade. Fato esse encontrado no artigo que relata uma prática realizada no 2º ano do Ensino Médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, por meio da qual se buscou a partir da temática energia verificar qual era o entendimento da turma de 22 estudantes acerca da tríade CTS, mediante discussões realizadas em 15 encontros utilizando-se de textos, vídeos, entrevistas e atividades de pesquisa, em que um estudante salienta que a

Ciência estuda tudo, tudo o que imaginamos tem algo a ver com a ciência, pode ser fatos mais pessoais, coisas tecnológicas e também desenvolve o conhecimento e o descobrimento. A ciência também é usada para descobrir coisas novas para o benefício das pessoas (A6, p. 4).

Ademais, considerando a visão reducionista e técnica, ainda A6 (p. 5), apresentam que os estudantes

2 Os núcleos de sentido estão identificados por A e o número correspondente ao artigo, objetivando a melhor diferenciação entre os trabalhos pertencentes ao corpus de análise e do referencial teórico utilizado

compreendem uma relação entre CT, mas, descartam o papel de ambas sobre sociedade e a maneira como esta é responsável pela evolução das mesmas, apenas compreendendo que existe “Uma ajuda mútua, pois a tecnologia ajuda a ciência a evoluir, e a ciência ajuda a tecnologia a evoluir. (Estudante A)”. Além disso, os próprios professores formadores deixam de destacar desde a definição da agenda de pesquisa até as implicações/impactos da relação CT, apenas destacando sua importância, como no discurso encontrado pelos autores de A15 (p. 7) ao relatarem que “a experiência permitiu aos estudantes, compreender a importância que a ciência tem na tecnologia e na sociedade”. Essas abordagens limitam-se na contextualização e não na problematização da CT e dos ideais da educação CTS. Nesse âmbito, Santos (2007) refere que muitos professores consideram “o princípio da contextualização como sinônimo de abordagem de situações do cotidiano, no sentido de descrever, nominalmente, o fenômeno com a linguagem científica. Essa abordagem é desenvolvida, em geral, sem explorar as dimensões sociais nas quais os fenômenos estão inseridos” (p. s/n).

Ainda sobre abordagem temática CTS, muitos professores não a compreendem, utilizando como um modelo conteudista conforme relatado na prática de A25 (p. 8) ao enfatizarem que “Os alunos receberam exemplos e treinaram por si próprios a resolução de problemas referentes aos conteúdos sobre energia, os quais em grande parte foram oriundos de exames vestibulares e do próprio Enem.”. Desta forma, percebe-se que a abordagem da temática energia, que para o enfoque CTS é unificadora, acaba sendo pouco explorada e recai no modelo tradicional, em que o ensino de ciências é trabalhado de forma descontextualizada da sociedade e de forma propedêutica, os estudantes não percebem a relação dos estudos na disciplina de ciências e seu mundo vivido, entendendo, que tal estudo, se resume a memorização, classificação e resolução de problemas (Santos, 2007).

Outra visão equivocada apresentada pelos estudantes, se refere a compreensão de que os avanços

científico-tecnológicos só trarão benefícios ou malefícios de acordo com o bom ou mau uso atribuído a eles. Conforme destacado em “o objetivo é não somente levar tecnologia e avanços científicos aos alunos, mas também conscientizá-los de que se estes não forem manipulados da maneira correta todo este conhecimento trará sérias consequências em um futuro não muito distante” (A1, p. 2).

Acreditamos, portanto, que as atividades de caráter CTS podem se apresentar como oportunidades nas quais os alunos são conduzidos a refletirem sobre as implicações das questões ambientais na sociedade, vinculadas ao seu aspecto tecnológico e científico, sobretudo com relação ao uso consciente das tecnologias na busca da sustentabilidade [grifo nosso] (A58, p. s/n). Nesse viés, BAZZO (1998) ressalta que “As pessoas precisam ter acesso à ciência e à tecnologia, não somente no sentido de entender e utilizar os artefatos e mentefatos como produtos ou conhecimentos, mas, também, opinar sobre o uso desses produtos, percebendo que não são neutros, nem definitivos, quem dirá absolutos” (p.114). Complementando, ROSA, AULER (2016, p. 222), destacam que a

[...] não linearidade, uma relação não direta entre mais CT e mais qualidade de vida, para o conjunto da sociedade, não decorre apenas do bom ou mau uso de CT (ou do não uso), mas também do fato de que o produto científico-tecnológico incorpora, internaliza, materializa valores, interesses daqueles atores sociais que conceberam esse produto.

Em A23 (p. 222) buscaram diagnosticar o conhecimento dos estudantes sobre os temas como aquecimento global, efeito estufa, energia limpa, funcionamento de um aquecedor solar e as implicações das novas tecnologias na sociedade, observamos a fala de um que atribui um viés salvacionista ao desenvolvimento da CT: “Se as novas tecnologias seguirem um padrão ecologicamente correto, ou serem produzidas diretamente com esse fundamento “salvar o planeta”, pode sim salvá-lo.” Assim, percebemos que as práticas ainda devem ser repensadas no sentido de não permitir aos estudantes a permanência de tais concepções que levam a crer que o presente é melhor que o passado e que haverá um

futuro ainda melhor graças, apenas, aos avanços científico-tecnológicos (AULER, 2002).

Entendemos que tais visões equivocadas contribuem para a manutenção dos mitos, além de reforçar os ideais reducionistas. Com isso compromete-se uma maior participação social tanto no direcionamento dado ao desenvolvimento científico-tecnológico, quanto na busca de uma apropriação mais justa de seus resultados. Portanto, a saída seria acreditar que a ela é única, privilegiada, desprovida de valores e de atividades neutras, sendo a única responsável pela melhoria das condições socioambientais. Dessa forma, acreditamos que para problematizar tais visões inadequadas é necessário que o viés CTS seja engajado e esteja presente, também, nas configurações curriculares dos cursos de formação de professores, para buscar caminhos para superação de tais mitos e desconstruir a dicotomia que a CT é absoluta (AULER, 2002; ROSA, 2000, SANTOS, AULER 2019).

4.2. Não neutralidade da Ciência e Tecnologia, superação dos mitos

Nessa categoria, enquadram-se oitenta e seis (86)³ núcleos de sentidos, dos quais destacamos as práticas que apresentam conservação e/ou ruptura da não neutralidade e dos *mitos* propostos por AULER (2002). A conservação desses ideais é explicada por A48 (p. s/n), os autores ressaltam que “Atualmente estamos percebendo que os alunos, em sua grande maioria, não conseguem reconhecer que há uma relação entre o conhecimento científico que aprendem na escola e o seu cotidiano”. Ainda destacam a importância do enfoque CTS para tal ruptura, segundo eles, “[...] a medida que as relações CTS se estabelecem, essa barreira começa a ser transposta, pois o conteúdo da disciplina passa a ter significado real quando é apresentado sob a perspectiva de sua aplicação nos fenômenos sociais e ambientais” (p. s/n).

Confirmando que as práticas que são desenvolvidas pelo viés do enfoque CTS ampliam as possibilidades

de superação da não neutralidade, já, A19 (p. 4) ao abordar o tema “Trânsito e Mobilidade Urbana”, considerando suas relações com aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos, de valores e atitudes para desenvolver os conteúdos de Física no 1º ano do Ensino Médio Tecnológico, evidenciam que:

As atividades possibilitam apresentar aos alunos aspectos diferentes relacionados ao tema do transporte urbano, trazendo para o contexto educacional faces ainda não abordadas como: custos indiretos do trânsito, impacto sobre o sistema de saúde público e sobre a qualidade de vida da população, importância das decisões políticas e necessidade de participação nessas decisões.

Todavia, o ideal neutro da CT ainda é perceptível nos estudantes, estando, geralmente, associadas a temas contemporâneos, ao exemplo da radioatividade, descrito por A42 (p. s/n.), relatando que “[...] uma questão levantada durante as discussões, na aula, foi a responsabilidade quanto ao uso da radioatividade. Surpreendentemente, somente três alunos acreditam ser da sociedade, o restante afirmou ser de políticos, empresários e cientistas.” Nesse sentido, é importante problematizar com os estudantes que [...] somos atores sociais. Uns diretamente afetados pelas possíveis consequências da implantação de determinada tecnologia e que não podem evitar seu impacto; outros, os próprios consumidores de produtos tecnológicos, coletivo que pode protestar pela regulação e pelo uso das tecnologias; outros mais, público interessado, pessoas conscientes que vêm nas tecnologias um ataque a seus princípios ideológicos, como os ecologistas e várias ONGs; e, também, estudiosos de vários segmentos com condições de avaliar os riscos da área de conhecimento que dominam. Em suma, podemos ser capazes de avaliar e tomar decisões (PINHEIRO, SILVEIRA, BAZZO, 2007 pp. 72-73) Concepção essa, alcançada por um estudante após a, anteriormente referida, prática sobre o tema “Trânsito e Mobilidade Urbana” em que os autores enfatizam merecer desta que

a visão mais crítica do aluno quanto às políticas governamentais e de empresas sobre o desenvolvimento social e econômico, desmitificando concepções ingênuas

³ Sendo que deste total, quatorze (14) núcleos de sentido pertencem também à categoria 3.

acerca da neutralidade da C&T e do importante papel que cabe a cada um desenvolver em meio à sociedade visando alcançar uma melhor qualidade de vida [grifo nosso] (A19, p. 7).

Com relação aos mitos, podemos destacar que grande parte das práticas colaborou para a superação dos mesmos. Conforme podemos perceber no relato de A19, citado anteriormente, em que descrevem “uma clara mudança de percepção quanto à C&T ser uma solução para todos os problemas dos seres humanos, (...) os alunos diminuíram, em sua visão, o poder mítico e de superioridade atribuído para as atividades científicas e tecnológicas” (p. 5).

No que se refere a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, em que “Tudo se passa como se para cada problema existente houvesse uma única solução ótima, encontrada, pelos especialistas, de um modo eficiente e ideologicamente neutro” (ROSA, AULER, 2016 p. 218). Muitos trabalhos foram capazes de romper com tal ideologia, contribuindo assim para o viés de participação social. Sendo assim, destacamos sinalizações de superação encontradas no trabalho de A25, no qual salientam que, “Com nossas discussões foi possível desmistificar a ideia de que o cientista é um ser acima de qualquer suspeita [...]” (p. 7), pela qual possibilitaram os estudantes entender que nem toda decisão são neutras e levam ao progresso. Além disso, os autores A23 embasados em PRAIA, GIL PÉREZ, VILCHES (2007), compreendem que não é necessário ser um especialista, mas devemos ser sujeitos capazes de avaliar, refletir e julgar sobre os riscos e problemas do conhecimento aplicado à ciência e tecnologia.

Sobre a *perspectiva salvacionista*, ainda no trabalho de A23, ficou nítida a derrubada do ideal de que o crescimento da CT leva necessariamente a um maior bem-estar social, uma vez que, os autores enfatizam: “A ciência e a tecnologia podem solucionar problemas e beneficiar muito a sociedade, mas é ingênuo pensar que + ciência = + tecnologia = + bem-estar social” (p. 4). Ainda no relato dos autores, outra sinalização de superação de tal mito é descrita:

A sociedade está cada vez mais repleta de artefatos

tecnológicos, sendo nossos hábitos, costumes, necessidades e profissões, influenciados diretamente por avanços científicos e tecnológicos. Estes avanços podem trazer benefícios, mas também problemas, como na implantação de tecnologias que prejudicam o meio ambiente, no desenvolvimento de hábitos consumistas ou de armas, na consolidação dos conceitos de desenvolvimento humano e social baseados unicamente nos avanços tecnológicos, e na falsa crença de que a Ciência e a Tecnologia (C&T) são a solução para todos os problemas (A23, p. 4)

Entendemos que os autores, destacam as graves consequências que o progresso científico-tecnológico e o avanço desenfreado da CT sem participação social, dotada de valores técnicos, políticos e econômicos, ou, sem qualquer avaliação de impactos na pré-produção, sendo assim de cunho irreversível, o que podem gerar. Outra noção importante, de que nem todo progresso da CT possui implicações diretas com o bem-estar social, é descrita por A67 ao trabalharem com os conteúdos de elementos químicos e tabela periódica através de uma abordagem CTS, no qual um estudante afirma que, “Os produtos de beleza que são fabricados pelos cientistas, muitos tem lados positivos e negativos. Alguns geram doenças e outros fazem bem” (p. s/n). De tal modo, outro estudante apresenta um distinto e importante ideal que é esquecido em nossa CT absolutista, a nossa sociedade, conforme descreve: “Ciência ajuda muito no entendimento de algumas situações do dia-a-dia e percebi que a Física não resolve tudo, nem a ciência, nem a tecnologia. Para um mundo melhor esse conhecimento deve ser usado para auxílio das pessoas” (A19, p. 5).

Por fim, o último *mito*, *Determinismo Tecnológico*, confirmada na fala de um professor ao ressaltar, “Os alunos se envolveram bastante com o tema ao longo do jogo e relacionaram a ciência ora com suas aplicações tecnológicas, ora com os fatos cotidianos e em alguns momentos com ambos, destacando suas implicações sociais, éticas e ambientais.” (A48, p. s/n). Tal conclusão permite compreender que a tecnologia não é autônoma e que suas aplicações levam a implicações, e, não ao progresso

como apresentado em tal *mito*, em que a ciência é auto expansível e auto controlável e que o progresso somente acontece se CT se desenvolverem. Essa superação é encontrada no discurso de uma estudante em A39, em que afirma

Entre todas as atividades que foram realizadas compreendi como a ciência é importante e influencia muito em nossa sociedade, porém observamos também vários aspectos negativos, como uma certa 'dependência', pois não dependemos apenas da ciência para compreender fatos ou até a própria 'vida' (Aluno12) (p. 5). Dessa forma, fica perceptível que a abordagem com enfoque CTS ao trabalhar a superação dos mitos e da não neutralidade da CT permite formar criticamente os estudantes, os possibilitando assim, a participar das decisões e a opinar em temas científicos, sem deixar unicamente para os especialistas, sendo sujeitos capazes de ler as informações por meio dos meios de comunicação que utilizam (DAGNINO, 2014).

4.3 Participação social, postura crítica e reflexiva apresentadas após a implementação das práticas

Dentre os objetivos do ensino com enfoque CTS podemos destacar: a promoção do interesse nos estudantes com relação à ciência e aspectos tecnossociais, discussão de implicações sociais e éticas relacionadas com o uso da CT, formação de cidadãos alfabetizados técnico-cientificamente, capazes de atuar na sociedade, desenvolvimento do pensamento crítico e independência intelectual (AIKENHEAD, 1987; YAGER, TAMIR, 1993; WAKS, 1994; ACEVEDO DÍAZ, 1995; CAAMAÑO, 1995). Além destes objetivos, definidos inicialmente por pesquisadores do Hemisfério Norte, podemos acrescentar objetivos mais amplos de participação social defendidos por pesquisadores latino-americanos, tendo em vista que, para aqueles, a participação social limitava-se ao contexto de pós-produção, pós-definição da agenda de pesquisa e pós-consumo, consistindo apenas na avaliação dos impactos positivos e negativos da CT (SANTOS, AULER, 2019; ROSA, AULER, 2016).

Elencamos aqui as sinalizações de que os estudantes

expandiram uma postura crítico-reflexiva no que se refere aos encaminhamentos dados ao desenvolvimento da CT, como se as práticas foram capazes de problematizar quanto à importância da participação social em tais decisões. Ao todo chegamos ao número de oitenta e quatro (84) núcleos de sentido.

Conforme discutem SANTOS, MORTIMER (2001),

As decisões sobre C&T estão, normalmente, sob a responsabilidade de tecnocratas que detêm conhecimentos específicos e dados não acessíveis aos cidadãos. Em geral, eles trabalham a serviço de grandes grupos econômicos e podem omitir informações relevantes que seriam de interesse da população em geral. Esse sistema precisa ser questionado e uma nova forma de controle pela sociedade precisa ser estabelecida, de modo a serem criados mecanismos em que grupos de ativistas possam cada vez mais ter acesso às informações relevantes sobre as conseqüências do desenvolvimento tecnológico (p. 102)

Desta forma, destacamos a importância de intervenção como a de A28, desenvolvida com estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental, abordando a temática Radiação Ultravioleta-Corpo Humano, realizada devido o elevado índice de câncer de pele na região em que a prática foi desenvolvida, na qual os autores salientam buscar “um currículo de ciências que promova uma educação mais consciente, permitindo que os cidadãos se posicionem crítica e reflexivamente perante as questões atreladas ao desenvolvimento da ciência e tecnologia, bem como seus desdobramentos para a sociedade” (p. 3).

Assim como a prática desenvolvida por A19 (p. 3) que investigou

como o uso do enfoque CTS pode auxiliar na promoção de uma formação cidadã do indivíduo, estimulando sua participação no meio social como agente de mudança. Com isso, pretende-se capacitar o aluno para que atue em meio a uma estrutura produtiva dinâmica, participando do processo de evolução tecnológica e realizando interações sociais de maneira crítica, ética e em sintonia com a sustentabilidade ambiental.

Tais práticas são de fundamental importância, uma vez que, é “a partir da discussão de temas reais e da tentativa de delinear soluções para os mesmos

que os alunos se envolvem de forma significativa e assumem um compromisso social. Isso melhora a compreensão dos aspectos políticos, econômicos, sociais e éticos.” (SANTOS; MORTIMER, 2001 p. 103). Conforme percebemos pela fala do estudante ao destacar que “Ao discutir com meus amigos o que iríamos apresentar no seminário, pude perceber que minhas atitudes colaboram para a degradação do meio ambiente.” (A34, p. s/n). Demonstrando assim, o quanto tais práticas contribuem para a reflexão frente às problemáticas sociais e ambientais as quais estamos condicionados e podem auxiliar a superar o ideal neutro da CT.

A participação social, também, é outro eixo que pode ser ampliado pela educação, nesse sentido, as autoras STRIEDER, KAWAMURA (2014) descrevem 5 níveis de compreensão ao tratar da participação social no ambiente escolar. No primeiro, busca pelo reconhecimento da presença da CT na sociedade; visa-se uma aproximação da sociedade e a CT, ressaltando que toda decisão, produtos e problemas oriundos do desenvolvimento da ciência ou dos aparatos tecnológicos, sejam notificados para a sociedade, sem a necessidade de a mesma avaliar os riscos, benefícios ou verificar as transformações socioambientais. Em consonância, os autores A10 ressaltam que “Apesar de todos os benefícios que a ciência nos traz muitas vezes ela acaba não compartilhando com a sociedade as novas descobertas e conhecimentos” (p. s/n).

No segundo, *avaliação de pontos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado/produto da CT*, “a participação da sociedade se dá no âmbito da avaliação de aspectos positivos e negativos associados ao uso de determinado resultado e/ou produto da CT.” (Strieder, Kawamura, 2014 p. 106). Assim sendo, as autoras entendem que além das discussões de determinado *benefício* ou *malefício* de tal tecnologia, é necessário discutir os aspectos favoráveis a tal uso, como exemplo, da radioatividade ou a própria utilização dos transgênicos que são destinados para diferentes fins. Essa análise dos impactos é perceptível na fala de um estudante ao equiparar a agricultura orgânica com

a tradicional, sugerindo aspectos favoráveis para adoção da agricultura orgânica e sustentável:

A agricultura orgânica, apesar de acarretar custos altos, tem dezenas de benefícios, como a preservação maior do solo, melhor sabor do produto, além de menor risco ao produtor, que se vê obrigado a expor sua vida com venenos – na agricultura tradicional. Vamos ter benefícios dos dois lados, agricultor e consumidor (A51, p. s/n)

No terceiro nível, discussão de problemas, impactos e transformações sociais da CT,

há um reconhecimento de que a comunidade científica não é a única, nem a mais importante, esfera envolvida na construção da ciência. As críticas, portanto, estão relacionadas ao fato da ciência contribuir para a dominação de determinadas minorias sociais, sustentar complexos industriais militares/bélicos e de tornar-se responsável pela degradação ecológica do planeta (STRIEDER, KAWAMURA, 2014 p. 107)

Parte-se, portanto, da ideia da avaliação como um todo, contudo pode ser compreendido como uma fase de análise pós-produção. Porém, tal análise ainda é um modelo paliativo e o centro da questão fica intocável (processos decisórios), mesmo assim, o enfoque CTS vem contribuindo para a avaliação como um todo a partir de temas locais. Fato este, perceptível nas práticas de A63 e A54, onde os estudantes acreditam que:

O aproveitamento do óleo de cozinha, com o aproveitamento do óleo para fazer sabão é uma forma de reciclar além de poder fazer outras coisas como tinta e assim não acontece de poluir o solo ou meio ambiente (p. 9)

Para mudar essa realidade da lagoa é preciso que a prefeitura trate os esgotos e a população deve fazer sua parte parando de jogar esgotos clandestinos e lixo em sua orla. Com a colaboração de todos poderíamos melhorar a qualidade da água e da própria população da Pampulha (p. s/n).

O quarto nível, identificação de contradições e estabelecimento de mecanismos de pressão, onde ocorre o reconhecimento e a incorporação de interesses, além da notoriedade que a ciência está presente na comunidade e é utilizada como ferramenta de

dominação das minorias sociais, também, foi refletido nas práticas pelos autores A43 ao acreditar que:

Em uma perspectiva CTS a educação científica e tecnológica deve considerar aspectos sócio-políticos, econômicos, culturais e ambientais. Sendo assim, os alunos devem ter a possibilidade de refletir sobre a ação humana e os reflexos da evolução científica e tecnológica sobre a sociedade e o ambiente, discutindo sobre as questões sociais relacionadas à produção, consumo e desigualdade social (p. 4215).

No último nível de compreensão de participação social, compreensão das políticas públicas e participação no âmbito das esferas políticas, basicamente voltada a pré-produção, visa à análise e discussão do contexto em que serão inseridos os novos conhecimentos ou artefatos tecnológicos. Dessa forma, percebemos tal concepção presente na fala de estudantes após a prática de A36.

O problema vem da população e também do poder público: a população porque tem que cobrar e o poder público porque tem que executar. Enquanto a população não tomar providências, o poder público vai continuar lá, não vai 'tomar' ação nenhuma. Fala do aluno (p. 8).

Portanto, a educação é peça chave e central para articulação e ampliação da participação social nas decisões e avaliações que CT produz, na qual o posicionamento crítico e a formação de sujeitos capazes de refletir, opinar e discutir, só é possível se nossos estudantes que são base para uma futura sociedade, possuírem conhecimentos científicos para reconhecerem os problemas que os envolvem. E, a educação, em especial em Ciências, é umas das mais aptas a contribuir com isso, juntamente às ideias de Freire-CTS, aos quais, poderão ampliar a participação da sociedade civil e os envolvimento de todos atores sociais nos processos decisórios relacionados a ciência e a tecnologia (AULER, 2002; FREIRE, 1987; DAGNINO, 2014).

5. Considerações

Quanto à natureza dos trabalhos, acreditamos que precisamos avançar mais com relação a abordagem

CTS, principalmente, na Área da Biologia, além de seguir aumentando os números da Química e da Física.

Com relação às visões errôneas apresentadas sob o enfoque CTS e sob sua abordagem, apesar de estar equivocadas, almejam uma melhora educacional o que se caracteriza como peça chave para estruturar nosso currículo e Educação Básica, dessa forma, educação continuada e a leitura fundamentada pode contribuir com os professores conhecer o ideal e sua abordagem em blocos temáticos. Quanto aos mitos e a não neutralidade, vemos que muitos estudantes antes de conhecer o enfoque CTS apresentam uma visão reducionista que é superada após a abordagem com esse viés, bem como é transposta a ideia que nossa ciência é absoluta e que todo seu progresso leva ao bem-estar social. Por fim, na participação social, tantos estudantes quanto os professores, reconhecem a necessidade e veem na formação cidadã um caminho para que as decisões CT sejam, também, alavancadas pela população em geral.

Desta forma, verificamos que, embora muitas das práticas trabalhem a partir do enfoque CTS, ainda há diversos equívocos no que se refere aos objetivos propostos por este enfoque. Todavia, salientamos que tais práticas se tornam muito mais eficazes e produtivas com relevâncias sociais se comparadas com as abordagens tradicionais, tendo em vista que trabalham com conceitos relacionados a vivência e contexto social dos estudantes. Assim, ressaltamos a grande valia de tais práticas, que embora devam ser melhoradas por meio de formação dos professores, tanto inicial quanto continuada, propiciam a alfabetização científico-tecnológica e responsabilidade social.

Quanto às concepções que consideramos errôneas que os estudantes apresentam antes da realização das práticas, conforme verificamos durante nossa análise, percebemos que as mesmas podem ser superadas por meio de uma abordagem ligada ao Enfoque CTS no ambiente escolar. Tais ideias relacionam-se à concepção de que mais CT ocasiona maior desenvolvimento social, trazendo ao estudante uma visão equivocada de que, apenas,

promovendo investimentos em mais tecnologia podemos resolver os problemas socioambientais e levar maior qualidade de vida a população em geral, sem levar em consideração que por traz dos grandes investimentos na área científico-tecnológica escondem-se impactos socioambientais e lucros destinados a uma pequena parcela da população mundial, enquanto os demais sem poderem opinar frente a criação dos mesmos, limitam-se em fazer um *bom uso* de tais produtos.

Portanto, entendemos que ao trabalharmos com o enfoque CTS estamos promovendo ampliação das concepções de não neutralidade da CT, além de estarmos impulsionando a formação de sujeitos responsáveis e habilitados em intervir numa perspectiva transformadora no meio em que estão inseridos dentro da sociedade. Contudo, mesmo considerando as sinalizações transformadoras encontradas e destacadas anteriormente, é necessária certa cautela na extrapolação desses resultados. Os artigos analisados são resultado de pesquisas um tanto pontuais, havendo a necessidade de aprofundar a efetiva disseminação dessas transformações no contexto educacional brasileiro.

6. Referências

- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: una breve revisión del tema. *Alambique*, Barcelona, v.2, n.3, p.75-84, jan. 1995.
- AIKENHEAD, G.S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education*, v.71, n.2, p.459-487, 1987.
- ALBAN, M. Crescimento sem emprego: o desenvolvimento capitalista e sua crise contemporânea à luz das revoluções tecnológicas. Salvador, Casa da Qualidade, 1999.
- AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. 2002. Tese (Educação), UFSC, Florianópolis, 2002.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio: pesquisa em educação em ciências, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.
- BARCELLOS, L.S. COELHO, G.R.O. Tema Radiação-Corpo Humano: Posicionamento De Estudantes Do Quinto Ano Do Ensino Fundamental Sobre as Medidas Protetivas Para o Câncer De Pele. In: XVII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2018, Campos do Jordão. Anais. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2018. p.1-08.
- BAZZO, W.A. Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- BRAGA, M.; SENRA, C.P. Uma Pesquisa Exploratória Sobre A Percepção Social Do Uso De Fontes Alternativas De Energia Numa Escola. VIII ENCONTRO EM ENSINO DE FÍSICA, 2010, Água de Lindóia. Anais. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2011. p.1-09.
- BORGES et. al. Elaboração, Aplicação e Avaliação de uma Aula com Abordagem CTS de Ensino sobre Agricultura e a Química dos Fertilizantes. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2010, Brasília. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-12.
- BUFFOLO, A.C.C.; RODRIGUES, M.A. Discussão de questões socioambientais por meio do tema agrotóxicos em aulas de Química In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-11.
- CAAMAÑO, A. La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo curriculum de ciencias. *Alambique*. Barcelona, n.3, p.4-6, jan. 1995.
- CAMPOS, T.C. SATO, M.S. Concepções de estudantes acerca de Ciência, Cientista e suas relações com a sociedade à partir do caso Fosfoetanolamina. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10
- CORRÊA, R.F. Determinismo tecnológico: elementos para debates em perspectiva educacional. *Revista Tecnologia & Sociedade*, Curitiba, n.

- 18, p. 173-182, dez. 2013.
- COSTA, R.O.; MELO, I.L.; MARCELINO, V.S. Radioatividade em aulas de química: uma abordagem CTS. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10.
- DAGNINO, R. A tecnologia social e seus desafios. In: Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB, 2014, pp. 19-34.
- ENGELMANN, G.L.; LEITE, R.F. Se eu fosse Cientista... Representações de estudantes da 1a série do ensino médio de uma escola pública do Paraná. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-12.
- FILHO et. al. Energias, Transformações e Tecnologias: desenvolvimento de uma sequência didática. In: V ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2014, São Paulo. Anais. Niterói: SBENBio, p.1-10.
- FRANÇA, M. M., et al. O efeito fotoelétrico e aplicações tecnológicas de uma célula fotoelétrica: uma abordagem construtivista por meio de uma atividade experimental demonstrativa. In: XVI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2016, Natal. Anais. São Paulo: SBF. p.1-9.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido, 17. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1987.
- GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LACEY, H. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? *Scientiae Studia*, São Paulo. v.1, n.2, 121-149, 2003.
- NETO, J.A.; BARRETO, C.L.O. uso da abordagem CTSA no ensino de energia tendo o desenvolvimento sustentável como eixo temático. In: XIV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2012, Maresias. Anais. São Paulo: SBF. p.1-9
- LINHARES, M.L.C. et al. Ensino de física mediado por uma abordagem CTSA. In: XIV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2014, Maresias. Anais. São Paulo: SBF. p.1-8.
- MATHIAS, G.N.; AMARAL, C.L.C. O ensino de hidrocarbonetos através de um jogo pedagógico com enfoque CTS. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2010, Brasília. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-08.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, Bauru, v.9, n.2, p.191-211, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise Textual Discursiva. Ijuí: Unijuí, 2007.
- NASCIMENTO, A.M. PIUZANA, T.M., SILVA, N.S. O ensino de química contribuindo para um futuro sustentável. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10
- NASCIMENTO, et. al. Contextualizando o Conhecimento Químico através do tema Chuva Ácida: uma abordagem CTSA. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2010, Brasília. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-09.
- PAIVA, H.A.; ARAÚJO, M.S.T. Alfabetização científica de estudantes do ensino médio tecnológico utilizando o enfoque CTS na abordagem do tema mobilidade urbana. In: XVI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2016, Natal. Anais. São Paulo: SBF. p.1-8.
- PANSERA, F.C.; NETTO, J.S. (2016) As relações CTS estabelecidas por estudantes do ensino médio politécnico em torno da temática energia. In: XVI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2016, Natal. Anais. São Paulo: SBF. p.1-8.
- PAULO, et al. Produção de sabão artesanal a partir do descarte de óleo na perspectiva CTSA: uma proposta para a educação de jovens e adultos. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (XVIII ENEQ), 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10.
- PINHEIRO, N.A.M., SILVEIRA, R.M.C. F.; BAZZO, W.A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência e Educação*, Bauru, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

- PRAIA, J., GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v.13, n.2, p. 141-156, 2007.
- ROSA, S.E.; AULER, D. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas CTS. *Alexandria*, v.9, n.2, p.203-231, 2016.
- ROSA, V.L. Genética humana e sociedade: conhecimentos, significados e atitudes sobre a ciência da hereditariedade na formação de profissionais da saúde. Tese de doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.
- RODRIGUES, C. Abordagem CTS, Projeto Água em Foco e produção textual. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2016, Florianópolis. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10.
- SANTOS, R.A.; AULER, D. Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. *Ciênc. educ.*, Bauru, v.25, n.2, p.485-503, 2019.
- SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v.1, número especial, p.1-12, 2007.
- SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v.7, n.1, p.95-111, 2001.
- STRIEDER, R.B.; KAWAMURA, M.R.D. Perspectivas de participação social no âmbito da educação CTS. *Uni-pluri/versidad*, v.14, n.2, p.101-110, 2014.
- STRIEDER, R.B. Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas. 2012. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 2012.
- THUILLIER, P. O Contexto Cultural da Ciência. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, v.9, n.50, p.18-23, 1989.
- VECCHIO et.al. Energia: o que vale a pena? In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 2014, Ouro Preto - MG. Anais. Brasília: ED/SBQ, p.1-10
- WALKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTIN, J. (Orgs.). *Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 1990. p.42-75.
- WAKS, L. Value judgment and social action in technology studies. *Journal of Technology and Design Education*, v.4, p.35-49, 1994.
- YAGER, R.E.; TAMIR, P. STS Approach: reasons, intentions, accomplishments, and outcomes. *Science Education*, v.77, n.6, p.637-658, 1993.





ANÁLISIS LINGÜÍSTICO Y DIDÁCTICO DE UN TEXTO DE CIENCIAS COMO BASE PARA LA PROPUESTA DE ACTIVIDADES DE LECTURA

LINGUISTIC AND DIDACTIC ANALYSIS OF A SCIENCE TEXT AS A BASIS FOR THE PROPOSAL OF READING ACTIVITIES

ANÁLISE LINGUÍSTICA E DIDÁTICA DE UM TEXTO CIENTÍFICO COMO BASE PARA A PROPOSTA DE ATIVIDADES DE LEITURA

María de los Ángeles Bizzio* , Ana María Guirado** 

Carla Inés Maturano***  y María Amalia Soliveres**** 

Cómo citar este artículo: Bizzio, M. de los Á., Guirado, A.M., Maturano, C. y Soliveres, M.A. (2021). Análisis lingüístico y didáctico de un texto de ciencias como base para la propuesta de actividades de lectura. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 255-271. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16743>

Resumen

Algunos investigadores han señalado la necesidad de ocuparse de la lectura en las áreas disciplinares. En el marco de modelos didácticos contemporáneos, esto implica que el docente asuma la función de mediador entre el estudiante/lector y los textos. Dicha mediación debería plantearse para cada texto teniendo en cuenta los propósitos educativos y los contenidos específicos que, a su vez, condicionan el proceso de selección de los materiales a utilizar en el aula. En este trabajo presentamos el diseño y la implementación de una propuesta de lectura de un texto de Ciencias Naturales teniendo en cuenta lineamientos teóricos en el marco de la Lingüística Sistemico-Funcional cuyo objetivo es favorecer la comprensión y el aprendizaje disciplinar en educación secundaria. Esta incluye el análisis del discurso y el diseño de actividades de lectura de un texto de Química de un libro de texto referido a las propiedades periódicas de los elementos químicos. En primer lugar, examinamos minuciosamente el texto seleccionado intentando identificar: (a) los géneros que se usan para presentar el tema; (b) los elementos paratextuales y lingüísticos que puedan convertirse en facilitadores de la comprensión y (c) las características discursivas que puedan ser obstáculos potenciales que dificultan el abordaje del contenido disciplinar. A partir de dicho análisis, organizamos las actividades de lectura en tres momentos: preparación para la lectura, lectura en detalle y elaboración del significado del texto. Finalmente, aplicamos la propuesta diseñada con un grupo de estudiantes de educación secundaria. Los resultados obtenidos, relevados a partir del registro de las clases y de una encuesta final, nos permiten afirmar

Recibido: 7 de agosto de 2020; aprobado: 13 de noviembre de 2020

* Licenciada em Física. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Brasil. E-mail: tais.rhansen@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4818-5211>

** Licenciado em Física. Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo, Brasil. E-mail: denifenton.com@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5465-0824>

*** Doutora em Educação, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora do curso de Física Licenciatura e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Brasil. E-mail: roseayres07@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1068-2872>

que este abordaje ha favorecido la profundización del contenido, la interacción y la participación durante las clases y ha contribuido a un mejor acercamiento al texto de una forma novedosa con respecto a las prácticas usuales de lectura en las disciplinas.

Palavras Chave: RT: lectura; NT2: Química; USE: enseñanza secundaria.

Abstract

The need to deal with reading comprehension in disciplinary areas has been pointed out by some researchers. Within the framework of contemporary didactic approaches, this means that the teacher has to play the role of mediator between the student/reader and the texts. Such mediation should be planned for each text having into account the educational aims and the specific contents which, at the same time, frame the selection process of the materials to be used in the classroom. In this work, we present the design and implementation of a proposal for reading a Natural Sciences text taking into account theoretical guidelines within the theory of Systemic-Functional Linguistics whose objective is to promote reading comprehension and disciplinary learning in secondary education. It includes discourse analysis and design of reading activities of a Chemistry text, taken from a school textbook, about the periodic properties of the chemical elements. Firstly, we examined in detail the selected text to identify: (a) the genres used to present the topic; (b) the textual and linguistic elements which can become comprehension facilitators; and (c) the discursive aspects which could become a potential obstacle for approaching the discipline content. From this analysis, we secondly organized the reading activities in three stages: preparing for reading, detailed reading, and elaborating the meaning of the text. Finally, we applied this proposal to a group of high school students. The results obtained, collected from the classes registers and a final questionnaire, let us affirm that this way of approaching the text has been quite novel compared to the usual reading practices in the disciplines and has resulted in the deepening of the chemistry content, highlighting positively the interaction and participation during the classes.

Keywords: RT: reading; NT2: Chemistry; USE: secondary school

Resumo

Alguns pesquisadores tem apontado a necessidade de lidar com a leitura em áreas disciplinares. No marco dos modelos didáticos contemporâneos, isso implica que o professor assume o papel de mediador entre o aluno/leitor e os textos. A referida mediação deve ser proposta para cada texto, levando em consideração os objetivos educacionais e os conteúdos específicos que, por sua vez, condicionam o processo de seleção dos materiais a serem utilizados na sala de aula. Neste trabalho, apresentamos o desenho e a implementação de uma proposta de leitura de um texto de Ciências Naturais, levando em consideração diretrizes teóricas no âmbito da Linguística Sistêmico-Funcional, cujo objetivo é promover a compreensão e o aprendizado

disciplinar no ensino médio. Isso inclui a análise do discurso e o desenho das atividades de leitura de um texto de Ciências Naturais de um livro de texto referente às propriedades periódicas dos elementos químicos. Primeiro, examinamos cuidadosamente o texto selecionado, tentando identificar: (a) os gêneros utilizados para apresentar o tema; (b) os elementos paratextuais e linguísticos que podem se tornar facilitadores da compreensão e (c) as características discursivas que podem ser obstáculos potenciais que dificultam a abordagem do conteúdo disciplinar. A partir desta análise, organizamos as atividades de leitura em três momentos: preparação para leitura, leitura em detalhes e elaboração do significado do texto. Por fim, aplicamos a proposta elaborada a um grupo de estudantes do ensino médio. Os resultados obtidos, revelados a partir do registro das aulas e de um questionário final, permitem afirmar que essa abordagem favoreceu o aprofundamento do conteúdo, interação e participação durante as aulas e contribuiu para uma melhor abordagem do texto de uma maneira inovadora em relação às práticas usuais de leitura nas disciplinas.

Palabras clave: RT: lendo; NT2: Química; USE: Educação secundária.

1. Introducción

El libro de texto es el recurso más utilizado para la enseñanza y el aprendizaje en las distintas áreas disciplinares por lo que se transforma en objeto de investigación en diversos contextos educativos (TOSI, 2011; OCCELLI, VALEIRAS, 2013; PARGA LOZANO, 2017, 2018). Cuando se reflexiona sobre sus ventajas y limitaciones se encuentra que, además de su potencialidad como recurso didáctico, en ocasiones puede convertirse en un obstáculo para el aprendizaje; así, su estudio resulta de gran interés debido a su influencia en la calidad del sistema educativo (FERNÁNDEZ, CABALLERO, 2017). El abordaje de textos de los libros de texto en el aula en las diferentes áreas disciplinares debería proponer usos de la lectura que se han mostrado fructíferos para el aprendizaje de contenidos, para lo cual se torna necesario considerar en detalle los materiales de lectura y las consignas que se proponen a los estudiantes por su influencia en las maneras de comunicar, construir y aprender conocimientos (ROSLIE, 2018).

En el ámbito disciplinar de las Ciencias Naturales, se han señalado algunas características discursivas de los materiales de lectura que constituyen en sí

mismas una dificultad y requieren de una mediación del docente para el logro de aprendizajes significativos (CHAMORRO, BARLETTA, 2009). Además, numerosas investigaciones que se han centrado en el análisis del contenido científico de los libros de texto (contenido de la ciencia, análisis de la naturaleza de la ciencia, análisis de calidad del propio contenido, detección de errores conceptuales, entre otros aspectos) muestran que el mismo se presenta en algunas ocasiones de manera desactualizada, con numerosas inexactitudes o errores conceptuales (OCCELLI, VALEIRAS, 2013; CERTAD VILLAROEEL, 2019). Dichas dificultades no son simplificaciones razonables que los autores del libro de texto deben hacer para abordar temas complejos en un proceso de adaptación del conocimiento científico para su presentación en el aula de nivel secundario, sino imprecisiones, omisiones (PÉREZ, ÁLVAREZ, SERRALLÉ, 2009) que podrían llevar a la formación de errores conceptuales (VIZCAÍNO, 2016).

Por otra parte, el diseño de las tareas de lectura que se realizan en el aula en torno al texto de ciencias debería plantearse por medio de consignas que

propongan el análisis de los sistemas semióticos (sistema verbal, gráfico, matemático y tipográfico), que se ponen en interacción en los textos extraídos de libros de texto a fin de captar los significados expresados en cada sistema y sus relaciones (SOLIVERES, RUDOLPH, MATURANO, 2018). En esas tareas se hace necesario tener en cuenta además los errores e imprecisiones de diverso tipo que se encuentran en los libros de texto de ciencias (CAMPANARIO, 2003). Esto implicaría para el docente planificar tareas a partir de una evaluación crítica del texto, antes de su uso en el aula, para guiar a los estudiantes en la lectura tendiendo a la superación de los obstáculos para poder construir el conocimiento escolar (MATURANO, RUDOLPH, SOLIVERES, 2016).

En el ámbito de la educación secundaria argentina anteriormente analizamos de qué modo la lectura y la escritura forman parte de las tareas que los docentes programan para que los estudiantes aborden los contenidos en las clases de Ciencias Naturales encontrando que, en muchas ocasiones, realizan un recorte de la propuesta de los libros de texto que se puede asociar con prácticas educativas tradicionales y demandan la lectura sin guiarlas (MATURANO, MAZZITELLI, 2018).

El objetivo de este artículo es mostrar una propuesta didáctica de lectura para favorecer la comprensión y el aprendizaje teniendo en cuenta las características lingüísticas de un texto y el contenido disciplinar involucrado. En primer lugar, analizamos en detalle el texto extraído de un libro de texto de Química considerando tanto la forma de presentación del contenido disciplinar como los recursos lingüísticos y visuales y, posteriormente, elaboramos actividades de lectura que ayudarían a desentrañar las ideas del texto y sus relaciones, al mismo tiempo que facilitarían el trabajo con algunas imprecisiones y dificultades detectadas en la etapa de análisis. En segundo lugar, mostramos los resultados de su implementación en clases de Química en educación secundaria.

2. Marco teórico

Con el objetivo de fortalecer la enseñanza de las ciencias en las escuelas, motivados por la necesidad de lograr mayores niveles de comprensión científica en la comunidad en general y por las preocupaciones que genera la caída de los estándares educativos, han surgido en muchos países propuestas, principalmente basadas en la Lingüística Sistemico-Funcional (LSF), que buscan favorecer la alfabetización científica a partir de ocuparse de las demandas de lenguaje y alfabetización en todas las disciplinas (DAVISON, OLLERHEAD, 2018).

Esta experiencia se sustenta en la perspectiva de la LSF, que considera que el lenguaje es, ante todo, un recurso para dar sentido; es decir, es un sistema semiótico o sistema de significados que no debe reducirse a un sistema de signos (MATHIESSEN, 2017). En este marco, MOSS (2017) recomienda la utilización de estrategias que han demostrado ser eficaces en varios países para la enseñanza y aprendizaje del lenguaje a nivel escolar, entre las que se destacan: fomentar una pedagogía a partir de textos de diversos géneros comenzando con un análisis del nivel semántico-discursivo de los mismos para posteriormente abordar la léxico-gramática y entender cómo se utilizan los recursos lingüísticos para la creación de significados; fomentar el trabajo interdisciplinar en el que el lenguaje se convierta en un eje transversal abordando los géneros típicos de las diversas disciplinas, y promover un acompañamiento para que los docentes puedan transformar sus prácticas según las necesidades de cada comunidad educativa.

La Teoría de Género de la LSF considera los géneros como procesos sociales, orientados a un propósito y planteados en etapas (MARTIN, ROSE, 2008; ROSE, MARTIN, 2012). Entre los géneros considerados más frecuentes en ciencias en la escuela secundaria se encuentran los informes y las explicaciones. Los informes clasifican y describen el mundo natural, mientras que las explicaciones se centran en cómo y/o por qué suceden los procesos naturales mediante relaciones causales (MARTIN, ROSE, 2008).

RUDOLPH, MATURANO, SOLIVERES (2020), utilizando libros de texto de la educación secundaria argentina, proponen una forma de analizar textos de Ciencias Naturales teniendo en cuenta el género, las etapas que conforman su estructura esquemática prototípica y los rasgos lingüísticos propios, como son las realizaciones léxico-gramaticales. Dicho análisis permitiría sacar a la luz las relaciones entre las ideas de un texto para diseñar su abordaje en la clase mediante consignas que guíen la lectura.

CHAMORRO, BARLETTA (2009) consideran, a partir del análisis del discurso de varios textos escolares de Ciencias Naturales desde la perspectiva de la LSF, que el lenguaje de los textos puede presentar dificultades u obstáculos que requieren una intervención explícita por parte del docente para favorecer los aprendizajes. Entre los obstáculos, estas autoras señalan algunas características discursivas como:

- Incompletud de la información: falta de constituyentes comunes a los textos de un mismo tipo que podrían considerarse obligatorios para facilitar la comprensión del fenómeno.

- Referencias erróneas o sin antecedentes: uso inadecuado o falta de uso de palabras y recursos gramaticales que afectan la cohesión del texto y obstaculizan la reconstrucción de las ideas por parte del lector.

- Relaciones entre las partes del texto: problemas para que la cohesión del texto pueda ser reconstruida fácilmente por los lectores, con base en su experiencia lectora, para hallar cuál es el principio de organización de la información, su jerarquización o la relación que conecta lo uno con lo otro.

- Nominalizaciones: uso de metáforas gramaticales que se concretan como expresiones de procesos y propiedades en forma de sustantivos, en vez de verbos y adjetivos. Esto conlleva que los procesos naturales no se presenten como procesos dinámicos en estado de constante cambio e interacción con el medio circundante, sino como objetos fijos, sin vida, independientes de los seres que los realizan, perdiendo información acerca de tiempo, transitividad y modalidad.

- Ambigüedades en el lenguaje: obstáculos

asociados al uso de terminología inconsistente o falta de alusiones directas cuya relación se deja al estudiante.

Otra dificultad señalada en relación con los textos de libros de texto del área se relaciona con que la información que aparece en ellos no siempre está libre de errores e imprecisiones de los que podría sacarse algún provecho si se los trabaja en el aula (CAMPANARIO, 2003). Según este autor, los mismos se asemejan a las ideas alternativas de los estudiantes o se relacionan con pautas inadecuadas de razonamiento. El análisis crítico de dichos errores podría resultar atractivo para los estudiantes ya que muchas veces tiene que ver con imágenes (lo que suele simplificar su detección), supone un cambio de rol de los estudiantes (que pasan de ser evaluados a ser evaluadores lo que implica que se esfuercen en el análisis), simula un aspecto esencial del trabajo científico (que analiza críticamente enunciados a la luz del cuerpo de conocimientos vigente) y permite desarrollar una actitud más positiva hacia la ciencia y su aprendizaje (CARRASCOSA, 2006).

Por lo tanto, teniendo en cuenta experiencias desarrolladas anteriormente, destacamos la importancia de que las tareas de lectura sean planificadas de antemano a partir de analizar pormenorizadamente el texto seleccionado y de proponer una guía activa del docente durante la clase, para promover tanto el aprendizaje y la alfabetización como la participación del estudiante (MATURANO et al., 2016).

3. Metodología

La presente experiencia ha sido desarrollada en el marco de un proyecto más amplio sobre lectura y escritura en Ciencias Naturales. Conformamos el equipo de investigación un grupo interdisciplinario integrado por profesionales docentes del área disciplinar, una profesora de Lengua y una psicopedagoga. Desarrollamos las instancias de trabajo áulico en una escuela de educación secundaria de gestión pública de la provincia de San Juan (Argentina), con estudiantes de cuarto año de la orientación Ciencias Naturales en el espacio curricular Química. Este

artículo presenta la crónica de dicha experiencia de aula, la cual constituye un estudio exploratorio de carácter cualitativo.

En primer lugar, en coordinación con la docente del curso procedimos a la selección del tema “Propiedades periódicas”, contenido específico incluido en el diseño curricular para el nivel educativo del grupo de estudiantes con el que desarrollamos la experiencia. Posteriormente, hicimos una revisión de libros de texto de uso habitual en las escuelas secundarias de nuestro medio y elegimos el texto “Las propiedades periódicas” (BALBIANO et al., 2016) que figura en el Anexo. Dicha selección la realizamos teniendo en cuenta: el nivel de profundidad de la información, la inclusión de las propiedades periódicas a desarrollar en el espacio curricular, la extensión y la inclusión de imágenes. Luego, procedimos al análisis del texto considerando los siguientes aspectos: (a) géneros utilizados para presentar el tema, (b) posibles facilitadores de la comprensión y (c) obstáculos potenciales de la comprensión.

Los lineamientos teóricos propuestos en el marco de la LSF desarrollados en el Marco Teórico fueron la base para analizar los géneros del texto. Identificamos los facilitadores teniendo en cuenta la forma en que se presenta el contenido en el texto y, luego, analizamos los obstáculos potenciales tomando como referencia el análisis realizado por CHAMORRO, BARLETTA (2009). Agregamos una última dificultad en virtud de lo señalado anteriormente en relación con los errores conceptuales en los textos. Identificamos así las siguientes dificultades: incompletud de la información, referencias erróneas o sin antecedentes, relaciones entre las partes del texto, nominalizaciones, ambigüedades en el lenguaje y errores conceptuales.

A partir de lo señalado anteriormente, procedimos a diseñar la secuencia didáctica. Desarrollamos la propuesta en instancias de lectura organizadas del siguiente modo: preparación para la lectura, lectura en detalle y elaboración del significado del texto, distribuidas en tres encuentros de 80 minutos. La docente del espacio curricular trabajó con los estudiantes en el grupo clase en general y también en

pequeños grupos. En todo momento la docente supervisó y guio la tarea realizando las intervenciones necesarias para favorecer la comprensión. Además, un miembro del equipo de investigación realizó el registro del desarrollo de la clase.

En la etapa de preparación para la lectura, la docente orientó a los estudiantes para centrar su atención en el título, los subtítulos, las diferentes tipografías, las imágenes y los gráficos para hacer anticipaciones y formular hipótesis sobre el contenido del texto. Al mismo tiempo, se prestaba atención a los conocimientos previos, a las inquietudes y respuestas de los estudiantes a fin de enriquecer esta instancia y se procedía a anotar en un afiche todas las respuestas. Posteriormente, la docente les pidió a los estudiantes que, de manera individual y en silencio, realizaran la lectura global del texto a fin de confirmar o rechazar en una puesta en común las hipótesis surgidas en la actividad anterior. Luego, se procedió a realizar la lectura en detalle guiada por la docente. En cada párrafo se trabajó con la información del texto abordando en particular los obstáculos identificados, buscando que los estudiantes pudieran realizar las inferencias necesarias para comprender el texto.

En la etapa de elaboración del significado del texto se revisaron las ideas iniciales volcadas en el afiche y se propusieron actividades de integración y profundización del contenido abordado, las que se realizaron en pequeños grupos y se revisaron con la mediación de la docente.

Al finalizar la experiencia los estudiantes expresaron sus opiniones acerca de la forma de abordar la lectura a través de una encuesta escrita e individual. Evaluaron el trabajo durante las clases con el texto y debieron mencionar los aspectos positivos y negativos de la experiencia desarrollada.

4. Resultados

4.1. Análisis del texto seleccionado

4.1.a. Géneros que se usan para presentar el tema
Las propiedades periódicas se abordan en el texto por medio de dos géneros dominantes: informe

descriptivo y explicación secuencial, los cuales coexisten en varios de los párrafos del texto. La función principal del informe descriptivo es la de definir las propiedades periódicas y caracterizarlas, mientras que la función principal de la explicación secuencial es presentar mediante relaciones causales obligatorias una secuencia simple de eventos, en este caso, a qué se debe la variación de algunas de las propiedades periódicas.

4.1.b. Posibles facilitadores de la comprensión

La extensión del texto es acorde al tiempo disponible para el desarrollo del contenido seleccionado. Su organización es clara, lo que se manifiesta a través de la presencia de subtítulos (de mayor tamaño de fuente y diferente color) que facilitarían la realización de anticipaciones sobre el contenido del texto. La información presentada en el texto posee un nivel de profundidad adecuado al nivel educativo,

incluyendo las propiedades periódicas que se pretenden abordar en el curso. El mismo usa un vocabulario mayoritariamente accesible.

Las imágenes convencionales (gráficos) que se presentan en cada sección del texto muestran la variación de la propiedad periódica a la que se hace referencia al recorrer un grupo y un periodo en un perfil de la tabla periódica, lo cual favorecería la comprensión y el recuerdo de su comportamiento.

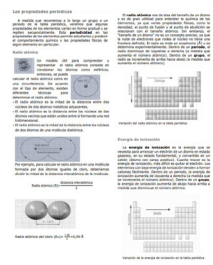
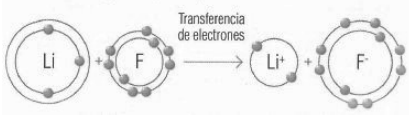
4.1.c. Obstáculos potenciales de la comprensión

En la Tabla 1 se presentan ejemplos de las dificultades identificadas en el texto seleccionado. En cada caso se indican las líneas a las que corresponden los fragmentos en el texto original.

Además de lo indicado en la tabla anterior, fue necesario enumerar las imágenes ya que en el texto original se insertan sin alusión alguna.

Tabla 1. Ejemplos de dificultades detectadas en el texto seleccionado

Dificultad	Ejemplo del texto	Causas de la dificultad
Incompletud de la información	<p>Ejemplo 1</p> <p>“...Veamos un ejemplo: el sodio y el cloro pertenecen al periodo tres. Dentro de un mismo periodo el número cuántico principal (último nivel de energía) es el mismo, pero a medida que aumenta el número atómico se incrementa la carga nuclear (carga positiva) y los electrones tienden a ser más atraídos hacia el núcleo. Por lo tanto, los átomos se hacen más pequeños, su radio disminuye y su energía de ionización aumenta porque es más difícil arrancar un electrón del último nivel de energía...” (líneas 55-64)</p> <p>Ejemplo 2</p> <p>“... Dentro de un mismo periodo el número cuántico principal (último nivel de energía) es el mismo, pero a medida que aumenta el número atómico se incrementa la carga nuclear (carga positiva) y los electrones tienden a ser más atraídos hacia el núcleo. Por lo tanto, los átomos se hacen más pequeños, su radio disminuye y su energía de ionización aumenta porque es más difícil arrancar un electrón del último nivel de energía...” (líneas 56-64)</p>	<p>El párrafo comienza indicando que se ejemplificará para el caso del sodio y el cloro, pero luego realiza una explicación general para la variación del radio atómico a lo largo de un periodo. El texto no aplica la explicación general a los elementos dados.</p> <p>Falta la información correspondiente a la variación del radio atómico y de la energía de ionización a lo largo de un grupo</p>
Referencias erróneas o sin antecedentes	<p>“... La energía de ionización es la energía que se necesita para arrancar un electrón de un átomo en estado gaseoso, en su estado fundamental, y convertirlo en un catión (átomo con carga positiva)...” (líneas 44-47)</p>	<p>El concepto de estado fundamental no se aborda en el texto, por lo que su desconocimiento podría ser un obstáculo para la comprensión del concepto de energía de ionización</p>

<p>Relaciones entre las partes del texto</p>	<p>En el texto aparece el subtítulo “Radio Atómico” y a continuación la sección “Modelos Científicos”, y posterior a esta comienza con el desarrollo de Radio Atómico.</p> 	<p>Esta forma de organización puede llevar al lector a no identificar en qué orden leer y, en consecuencia, no poder establecer relaciones apropiadas entre las partes del texto.</p>
<p>Nominalizaciones</p>	<p>“... La energía de ionización es la energía que se necesita para arrancar un electrón de un átomo en estado gaseoso, en su estado fundamental, y convertirlo en un catión (átomo con carga positiva)...” (líneas 44-47)</p>	<p>Se presenta la acción de ionizar en forma nominalizada a través del concepto de “ionización”. Esto podría dificultar la comprensión del proceso de ionizar un átomo para transformarlo en catión.</p>
<p>Ambigüedades en el lenguaje</p>	<p>“... A medida que recorremos a lo largo un grupo o un periodo de la tabla periódica, veremos que algunas propiedades de los elementos varían en forma gradual y se repiten secuencialmente. Esta periodicidad en las propiedades de los elementos permite estudiarlos y predecir el comportamiento químico y las propiedades físicas de algún elemento en particular...” (líneas 1-7)</p>	<p>El uso de la expresión “Esta periodicidad” sin alusión directa a si se refiere a: la variación gradual, la variación secuencial o a ambas, podría obstaculizar la comprensión de la diferencia entre variación gradual y variación periódica de las propiedades de los elementos al recorrer la tabla periódica.</p>
<p>Errores conceptuales</p>	<p>(p. 33)</p> 	<p>En la imagen se representa el átomo de litio según el modelo atómico de Bohr. Se grafican 3 electrones en el primer nivel de energía, lo cual es conceptualmente incorrecto porque supera el número máximo de ocupación para ese nivel (2 electrones).</p>

Fuente: Fragmentos del texto “Propiedades periódicas” extraído de Balbiano et al. (2013) y análisis de los autores.

4.2. Propuesta de actividades de lectura

Las Tablas 2 y 3 muestran las actividades diseñadas para acompañar la lectura en el aula. Las mismas no constituyen una secuencia rígida de pasos sino una herramienta a la que la docente recurrió para incluir todos los aspectos que se consideraron en el análisis del texto. La Tabla 4 presenta la guía de actividades que los estudiantes trabajaron en grupos pequeños como tarea de integración, las cuales luego fueron revisadas en una puesta en común mediada por la docente.

4.2.a. Actividades de preparación para la lectura

Las tareas propuestas en esta etapa (Tabla 2) pretenden: activar los conocimientos previos necesarios para comprender el contenido y detectar posibles ideas erróneas de los estudiantes sobre la estructura atómica, la ley de periodicidad y los conceptos de grupo y periodo trabajados en clases anteriores; formular hipótesis sobre el contenido del texto realizando anticipaciones a partir del análisis del paratexto (título, subtítulos, imágenes y gráficos); iniciar el abordaje de la terminología específica del tema y predecir la organización del contenido

Tabla 2: Actividades de preparación para la lectura

1-	Antes de iniciar el trabajo con el texto sería oportuno recordar algunas ideas trabajadas en la clase anterior por medio de los siguientes interrogantes. Considerando la estructura atómica:
•	¿Qué establece la ley de periodicidad de los elementos químicos?
•	¿Qué características en común tienen los elementos de un mismo grupo?
•	¿Qué características en común tienen los elementos de un mismo periodo?
	(Registrar las respuestas en un afiche)
2-	Hacer un barrido visual del paratexto para anticipar de qué trata el texto. ¿Cuál es su título? ¿Tiene subtítulos? ¿Cuáles?
3-	¿De qué manera podría estar organizado este texto si su título es "Las propiedades periódicas"? ¿Qué significado podría darse aquí a la palabra "periódicas"? (Prestar atención a si surge la ambigüedad "periódico" en relación con su variación regular vs. "periódico" en relación con el periodo de la tabla periódica).
4-	¿A qué harán referencia los conceptos que aparecen como subtítulos: "Radio atómico", "Energía de ionización" y "Electronegatividad"?
5-	El texto incluye imágenes y gráficos, ¿qué información proporcionan en relación con cada propiedad?
6-	¿Qué se espera encontrar en la sección "Modelos Científicos"? ¿En qué pueden ayudar los gráficos que se incluyen para anticipar dicha información?

Fuente: elaboración de los autores.

como paso previo al análisis del género. Durante esta etapa pedimos a los estudiantes que enumeraran las líneas y que identificaran los párrafos del texto a fin de ayudarlos a ubicarse de manera rápida en el texto durante la clase.

4.2.b. Actividades de lectura en detalle

Durante esta etapa incluimos dos momentos. En primer lugar, solicitamos realizar una lectura global, en silencio, individual, para confirmar o rechazar las hipótesis formuladas en la etapa anterior y corroborar la presencia de la información ya anticipada. Las ideas expresadas por los estudiantes en este sentido fueron contrastadas con el afiche construido durante una puesta en común guiada por la docente. En segundo lugar, realizamos una lectura por párrafos. Las consignas (Tabla 3) tienen como objetivo favorecer la comprensión haciendo que los estudiantes trabajen de manera activa asumiendo un papel estratégico y participativo en la lectura con la mediación permanente de la docente durante la clase. Las tareas apuntan a: analizar ideas elementales del texto que son importantes o que se constituyen en obstáculos potenciales; cuestionarse acerca de las ideas del texto, sus relaciones y sus implicancias; salvar las dificultades de comprensión

que puedan surgir a partir de la incompletud de la información, las referencias erróneas o sin antecedentes, las relaciones entre las partes del texto, las nominalizaciones, las ambigüedades en el lenguaje y los errores conceptuales detectados previamente; relacionar la información expresada en diferentes lenguajes (texto verbal e imágenes) y asignarle un género al texto completo o a las partes que lo constituyen.

4.2.c. Elaboración del significado del texto

En esta etapa, las tareas propuestas (Tabla 4) pretenden que los estudiantes puedan: retomar la tarea de completar el afiche comenzada en la primera etapa; consolidar y ampliar los conocimientos construidos relacionando la nueva información con sus conocimientos previos, relacionar la información del texto expresada en diferentes lenguajes (texto verbal e imágenes) y aplicar lo aprendido analizando el comportamiento de las propiedades periódicas para elementos químicos diferentes a los presentados en el texto.

4.3. Resultados del desarrollo de la propuesta

4.3.a. Abordaje de los obstáculos durante la experiencia

El registro obtenido en cada una de las clases nos

Tabla 3: Actividades de lectura en detalle

1-	Leer el primer párrafo, a) ¿qué ocurre con las propiedades de los elementos al recorrer la tabla periódica? y b) ¿cómo se debe recorrer para encontrar regularidades?
2-	¿A qué se refiere la expresión: "...esta periodicidad...?"
3-	¿Qué significa que las propiedades de los elementos varían gradualmente?
4-	¿Por qué se estudia la gradualidad y periodicidad de las propiedades de los elementos químicos?
5-	¿Todas las propiedades de los elementos químicos son periódicas? Según la información del texto, ¿qué propiedades son periódicas?
6-	Leer el apartado "Radio atómico". ¿Qué información nos da el radio atómico? ¿En qué parte del texto se amplía y qué dice al respecto?
7-	¿Qué modelo resulta apropiado para calcular el tamaño del átomo?
8-	¿A qué átomo está haciendo referencia la imagen 1? ¿Todos los átomos se representarían de la misma manera? Justificar.
9-	A partir de la imagen 2, ¿Qué es la distancia interatómica? ¿Qué relación existe entre radio atómico y distancia interatómica?
10-	¿Coincide esta respuesta con los tres enunciados en viñetas? ¿Hay información errónea en alguno de los tres enunciados? Justificar.
11-	¿Se puede precisar el tamaño del átomo? ¿Por qué?
12-	A partir de la imagen 4, describir la forma en que varía el radio atómico al recorrer la tabla periódica.
13-	Considerar un ejemplo: ¿en qué período están el sodio y el cloro? El radio atómico da idea del tamaño, entonces ¿qué átomo es más grande el cloro o el sodio? ¿Qué elemento tiene mayor carga nuclear? ¿Qué electrones son más atraídos hacia el núcleo? ¿Por qué?
14-	Leer la información sobre "Energía de ionización", ¿qué tipo de información se proporciona sobre Energía de ionización en todo el párrafo?
15-	Definir desde el texto el concepto de energía de ionización.
16-	¿Qué significa que un átomo esté en su estado fundamental?
17-	¿Qué es un catión?
18-	A partir de la imagen 5, describir la forma en que varía la energía de ionización al recorrer la tabla periódica.
19-	¿En qué se parecen y en qué se diferencian el átomo de sodio y el de cloro respecto de su ubicación en la tabla y su energía de ionización? Explicar. (Utilizar la tabla periódica para responder)
20-	Leer la información sobre "Electronegatividad", ¿qué tipo de información se proporciona sobre la misma?
21-	¿Cómo se define en el texto la electronegatividad?
22-	Observar la imagen 6 y colocar un epígrafe teniendo en cuenta los epígrafes de las imágenes 4 y 5.
23-	A partir de la imagen 6, describir la forma en que varía la electronegatividad al recorrer la tabla periódica.
24-	Leer la información en viñetas. ¿Qué se está explicando ahí? Buscar marcas de comparación y de variación, tanto en el mismo período como en el mismo grupo para explicar qué varía y cómo varía.
25-	Un elemento con alta electronegatividad, ¿tiene también alta energía de ionización? Justificar.
26-	Usar el concepto de electronegatividad para explicar la transferencia de electrones en una reacción química.
27-	En la imagen 8:
a.	¿Qué se muestra?
b.	Teniendo en cuenta el modelo atómico planteado por Bohr, ¿qué se puede decir de la imagen? Justificar. Reformular la imagen.

Fuente: elaboración de los autores.

Tabla 4: Actividades de elaboración del significado del texto

- | | |
|----|--|
| 1- | Completar el afiche elaborado durante la preparación para la lectura con la información del texto. |
| 2- | ¿Qué relación existe entre la fuerza de atracción electrostática que se da entre protones y electrones con: (a) el radio atómico, (b) la energía de ionización y (c) la electronegatividad? Analizar esta relación a medida que se recorre un grupo de arriba abajo y a medida que se recorre un período de izquierda a derecha. |
| 3- | Graficar un perfil de la tabla periódica e indicar en qué dirección aumenta: número atómico (Z), radio atómico (R), energía de ionización (EI) y electronegatividad (EN). |
| 4- | Observar el gráfico de la actividad 3: |
| a. | Indicar la ubicación del elemento de mayor radio atómico |
| b. | ¿A qué grupo pertenecen los elementos con energía de ionización más elevada? Justificar. |
| 5- | Considerar el elemento calcio (grupo IIA período 4). Proporcionar la ubicación de un elemento: |
| • | del mismo grupo que posea menor radio atómico. |
| • | con el que pueda realizar transferencia de electrones, |
| • | del mismo período y que requiera menos energía para arrancar un electrón. |
| 6- | Comparar el número atómico, el radio atómico, la energía de ionización y la electronegatividad del potasio y del rubidio (elementos de un mismo grupo). |
| 7- | Si se compara la energía de ionización del elemento del grupo II período 5 con la del elemento del grupo VI período 5, ¿cuál de los elementos tenderá a formar cationes fácilmente? Justificar. |

Fuente: elaboración de los autores

ayuda a evidenciar las mediaciones que la docente promovió. A los fines de este trabajo, mostramos a continuación la forma en que se abordaron con los estudiantes cada una de las dificultades mencionadas en la Tabla 1.

Incompletud de la información

Ejemplo 1: Para trabajar este obstáculo la docente pide a los estudiantes que lean las líneas 55 a 64 del texto; a partir de dicha lectura los guía para que identifiquen en qué período se encuentran el sodio (Na) y el cloro (Cl). Revisa con los estudiantes el concepto de radio atómico y, desde ello, busca que identifiquen cuál es el de mayor tamaño, qué elemento tiene mayor carga nuclear y qué efecto tiene esto sobre el radio atómico y sobre la energía de ionización. La docente va realizando preguntas tales como “¿en qué período están el sodio y el cloro?”, “¿cuál de los dos átomos es más grande?”, “¿qué propiedad nos da idea del tamaño?”. En esa interacción hay diversas respuestas de los estudiantes. Algunos consideran al sodio más grande y otros al cloro. En ciertos casos mencionan el radio atómico

como propiedad relacionada con el tamaño del átomo. La docente, desde la repregunta y recurriendo a la representación gráfica del átomo realizada por ella en el pizarrón, promueve que logren establecer relaciones pudiendo identificar cuál es el átomo de mayor tamaño y qué sucede al comparar la energía de ionización de dichos elementos. De esta manera se abordó durante la clase la dificultad de que el texto no aplica la explicación a los elementos sodio y cloro.

Ejemplo 2: La docente utiliza una lámina de la tabla periódica y selecciona dos elementos del grupo I (potasio y cesio). A partir del planteo de diferentes interrogantes “¿a qué grupo pertenecen estos elementos?”, “¿cuántos niveles ocupados tiene cada uno de ellos?”, “¿cuál sería la representación de cada uno de ellos según Bohr?”, “¿qué relación habrá entre sus radios?”, “¿y entre sus energías de ionización?”, retoma las respuestas de los estudiantes para analizar cómo varía el radio atómico y la energía de ionización al recorrer un grupo. La docente dibuja un perfil de la tabla periódica en el pizarrón poniendo el énfasis en lo que sucede si se la recorre

de abajo hacia arriba. Los estudiantes participan interactuando con la docente y van reconstruyendo qué sucede en un grupo, completando de esta manera la información que no presenta el texto.

Referencias erróneas o sin antecedentes

Para ocuparse de esta dificultad, la docente solicita que lean las líneas 44 a 47, recuperando el concepto de estado fundamental, el cual aparece en la definición de energía de ionización. Solicita a los estudiantes que recuerden lo abordado en clases anteriores realizando una serie de preguntas referidas al concepto de estado fundamental ya trabajado: “¿recuerdan qué es el estado fundamental?”, “¿qué significa que un átomo esté en su estado fundamental?”. A partir de las respuestas de los estudiantes que expresaron la definición de este concepto, se logró superar el obstáculo del texto para interpretar mejor el significado de la energía de ionización.

Relación entre partes del texto

La docente acompaña y orienta en la lectura, ayudando a los estudiantes a identificar la sección “Modelos Científicos” y la información que corresponde al subtítulo “Radio atómico”. En primer lugar, solicita a los estudiantes que lean el apartado “Radio atómico”. Luego, les pregunta acerca de la información que leyeron en este subtítulo, guiándolos a que indiquen en qué parte del texto se amplía la misma y qué se dice al respecto. También, lo relaciona con lo trabajado anteriormente en la etapa de preparación para la lectura donde se planteó qué esperaban encontrar en el apartado “Modelos Científicos”. De este modo, se logró vincular las partes del texto que no estaban claramente relacionadas.

Nominalizaciones

La discusión durante la clase apunta a desentrañar la nominalización relacionada con el proceso de ionizar un átomo. Las preguntas de la docente fueron: “¿qué es ionizar?”, “¿qué arranca?”, “¿a quién arranca?”, “¿cuándo le cuesta más?”, “¿y cuándo menos?”, “¿qué energía interviene?” La docente retoma lo que los estudiantes dicen, trabajando

inicialmente en particular la idea de “que en el átomo la cantidad de protones es igual a la cantidad de electrones”. Trabaja con ellos el proceso de transferencia de electrones entre los átomos. A partir de esta interacción, los estudiantes logran identificar que “para que el átomo quede con carga positiva” se le debe arrancar un electrón. Así, logran construir dicho proceso como “ionización” y asociar a la energía interviniente el concepto de “energía de ionización”. De este modo, el carácter abstracto de la nominalización “ionización” que se utiliza en el texto se trabajó desde la explicación del proceso de ionizar un átomo para transformarlo en catión.

Ambigüedades en el lenguaje

Luego de la relectura del párrafo 1 del texto, la docente centra la atención de los estudiantes en la expresión “esta periodicidad”. Va recuperando las respuestas y a partir de la pregunta “¿qué significa que las propiedades de los elementos varían gradualmente?”, “¿para qué nos sirve la tabla respecto de las propiedades periódicas?”, “¿puedo anticipar el comportamiento de las propiedades periódicas?”, busca que establezcan la diferencia entre variación periódica y variación gradual. El cuestionamiento apunta a asociar la periodicidad con la reiteración o repetición de la gradualidad en las propiedades de elementos químicos al recorrer un grupo o un periodo de la tabla periódica. Además, la docente orienta a los estudiantes a que se planteen por qué es útil estudiar la gradualidad y periodicidad de las propiedades de los elementos químicos para, desde ello, mostrarles que eso les permitirá predecir el comportamiento químico y las propiedades físicas de los elementos.

Errores conceptuales

La docente pide que observen la imagen 8 y pregunta: “¿qué muestra la imagen?”. Posteriormente, solicita a los estudiantes que por medio de la información de la tabla periódica identifiquen el número atómico de los átomos de litio (Li) y de flúor (F). Luego, recupera las ideas abordadas en clases previas sobre el modelo atómico de Bohr utilizando

como interrogantes: “¿recuerdan el modelo atómico de Bohr?”, “¿qué establece con respecto a la distribución de electrones por nivel de energía?”, “observemos cómo está representado el átomo de litio según el modelo de Bohr, ¿es correcta tal representación?”, “¿por qué?”. Cuando los estudiantes detectan el error en la imagen, la docente les solicita que propongan formas de salvar el obstáculo. Cuando interroga: “Tenemos que arreglarlo, ¿cómo?”, un estudiante dibuja en la pizarra cómo propone modificar la imagen, generándose una interacción que, por medio de la mediación docente, permitió acordar la imagen correcta para la representación del átomo de litio.

4.3.b. Opiniones de los estudiantes acerca de la experiencia

Al finalizar la implementación, los estudiantes respondieron una encuesta que involucra varios aspectos. Indicamos a continuación los resultados obtenidos y, cuando permite ilustrar la situación, algunos fragmentos de las respuestas (se indica entre paréntesis un número al azar asignado a cada estudiante en este trabajo) a modo de ejemplo:

- Valoración del trabajo con el texto seleccionado: interesante tanto en relación con la lectura “porque así pudimos aprender cómo analizar un texto” (E4) como con el contenido disciplinar “porque aprendimos más sobre Química” (E17); entretenido “porque todos participábamos y aprendíamos más rápido” (E6) y “porque fue diferente la forma de aprender” (E8) y fácil “porque pude entender el texto” (E2) y “porque al leerlo de la forma que lo leímos fue más fácil todo” (E9).
- Aspectos positivos (en orden decreciente de frecuencia): la participación de todos en el aula, el aprendizaje del tema, la facilidad y rapidez para aprender el tema, el aprendizaje de todos los estudiantes, entre otros.
- Aspectos negativos (en orden decreciente de frecuencia): leer varias veces lo que ya habían leído, dificultad para comprender la energía de ionización y que los compañeros no presten atención e “interrumpan” (E20) la clase, entre otros.

5. Consideraciones finales

En este trabajo nos propusimos mostrar el proceso de diseño y aplicación de una propuesta didáctica de lectura para favorecer la comprensión y el aprendizaje teniendo en cuenta las características lingüísticas de un texto y el contenido disciplinar involucrado. Consideramos que el análisis del género, la identificación de los facilitadores y de los obstáculos potenciales, al mismo tiempo que el diseño de actividades específicas para trabajar la complejidad propia del texto, nos han ayudado a cumplir con el objetivo.

En relación con el material de lectura seleccionado, el texto ha mostrado ventajas que han permitido acercar a los estudiantes al contenido y, al mismo tiempo, limitaciones que han exigido al docente disciplinar un abordaje específico de las fallas y errores detectados. Lejos de convertirse esto en un obstáculo para el aprendizaje, los resultados muestran que las tareas propuestas han servido de puente para favorecer la comprensión. Por otra parte, cabe señalar que las características discursivas necesitan ser analizadas en detalle al igual que la forma en que se exponen los contenidos disciplinares. Ese análisis debería ser realizado por el docente como parte del proceso de selección del texto y de planificación de las tareas. Este proceso exigiría, por un lado, una mirada desde la Lingüística que analice el género del texto para reconocer si el mismo describe y/o explica fenómenos naturales y que identifique los recursos lingüísticos y las características discursivas del material que pueden aprovecharse para desentrañar las relaciones entre las ideas del texto. Por otro lado, precisaría de una mirada del contenido científico que, aunque esté adaptado al nivel escolar correspondiente, debería expresar sin errores los modelos y los acuerdos de la comunidad científica para describir y/o explicar el mundo natural. Esto permitiría examinar los facilitadores y los obstáculos, relacionados con la extensión, la organización del texto, la tipografía, los recursos visuales, la adecuación del contenido, entre otros factores que podrían influir en el aprendizaje.

En lo que respecta a las tareas de lectura propuestas en esta experiencia, los resultados nos llevan a sugerir que:

- el análisis del texto es el paso previo necesario para el diseño de tareas que contribuyan en la construcción del conocimiento, en la superación de los obstáculos específicos de dicho texto y en la participación activa de cada estudiante;
- la simple demanda de la lectura sin acompañamiento del docente profundizaría las dificultades de comprensión que podrían superarse con la mediación oportuna durante la clase;
- la relación entre el texto verbal y las imágenes se puede favorecer a través de consignas que apunten a conectar los sistemas semióticos que se usan para expresar los contenidos científicos;
- las competencias lingüísticas no son generalizables para todos los géneros y ámbitos disciplinares por lo que la comprensión lectora del texto de ciencias influye en la comprensión del contenido científico, lo cual implica que la lectura de textos escolares de Química debe ser abordada en la clase de Química por el docente disciplinar.

La experiencia de aula implementada permitió evidenciar la importancia del rol docente como mediador para que en las clases de Ciencias Naturales se aprenda a partir de la lectura. Los intercambios requeridos para solucionar las dificultades muestran que el proceso de comprensión no puede estar librado totalmente a los estudiantes asumiendo que por sí solos lograrán comprender nominalizaciones, ambigüedades, detectar errores y resolver otras dificultades de comprensión. Esto implica la necesidad de que el docente se anticipe identificando cuáles son las posibles dificultades que pueden presentarse. Si lo intentara hacer cuando se encuentra en el momento de la clase, sería mucho más complejo detectar los problemas y, al mismo tiempo, ayudar a los estudiantes a solucionarlos. Sería una idealización pensar que cualquier texto de ciencias no requiere este análisis ya que, hemos comprobado en este caso, que en un texto que no fue buscado como prototipo de texto con errores, tiene todas las dificultades reportadas en investigaciones anteriores.

Los resultados obtenidos muestran que por medio de la experiencia se habría favorecido un acercamiento al texto diferente a las prácticas usuales de lectura en las disciplinas para promover el aprendizaje de un contenido propio de la Química.

6. Referencias

- BALBIANO, A.; DEPRATI, A. M.; DÍAZ, F. G.; FRANCO, R.; IGLESIAS, M. C.; MOLINARI LETO, N. Física y Química 3. La materia: su estructura y sus transformaciones: los intercambios de energía. Serie Santillana en línea. Santillana. Buenos Aires: Argentina, 2016. pp. 32-33.
- CAMPANARIO, J. M. De la necesidad, virtud: cómo aprovechar los errores y las imprecisiones de los libros de texto para enseñar física. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 21, n.1, 161-172. 2003.
- CARRASCOSA, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Cádiz, v. 3, n. 1, 77-88. 2006.
- CERTAD VILLARROEL, P. A. La enseñanza de la Química y sus conceptos en los textos escolares: un estudio exploratorio documental. Areté. Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, v. 5, n. 10, 45-70. 2019.
- CHAMORRO, D.; BARLETTA, N. El lenguaje del texto escolar de ciencias naturales: Problemas para el aprendizaje. Bio-grafía: Escritos sobre Biología y su Enseñanza, Bogotá, v. 2, n. 1, 1-21. 2009.
- DAVISON, C.; OLLERHEAD, S. But I'm not an English teacher! Disciplinary literacy in Australian science classrooms. In: TANG, K.S.; DANIELSON, K. (Eds). Global developments in literacy research for science education. Springer. Cham: Alemania, 2018. pp. 29-43. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-69197-8_3
- FERNÁNDEZ, M. P.; CABALLERO, P. A. El libro de

- texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, Murcia, v. 20, n. 1, 201-217. 2017.
- MARTIN, J. R.; ROSE, D. Genre relations. Mapping culture. *Equinox*. Londres: Reino Unido, 2008. pp. 141-179.
- MATTHIESSEN, C. M. The nature of language: a systemic functional contribution. In: ANGLADA, L.; et al. (Eds). *La lingüística sistémico-funcional en diálogo: reflexiones acerca del lenguaje, su uso y su enseñanza*. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba: Argentina, 2017. pp. 10-21.
- MATURANO, C.; MAZZITELLI, C. La lectura y la escritura en las clases planificadas por docentes de Ciencias Naturales de educación secundaria en Argentina. *Traslaciones: Revista Latinoamericana de Lectura y Escritura*, Mendoza, v. 5, n. 10, 263-286. 2018.
- MATURANO, C.; RUDOLPH, C.; SOLIVERES, M. A. El texto del manual escolar de ciencias: ¿puente u obstáculo para el aprendizaje? *Revista de Enseñanza de la Física*, Córdoba, v. 28, 29-37. 2016.
- MATURANO, C. I.; SOLIVERES, M. A.; PERINEZ, C.; FERNÁNDEZ, I. Á. Enseñar ciencias naturales es también ocuparse de la lectura y del uso de nuevas tecnologías. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, Entre Ríos, v. 27, n. 53, 103-117. 2016.
- MOSS, G. La alfabetización escolar en Colombia. In: ANGLADA, L.; et al. (Eds). *La lingüística sistémico-funcional en diálogo: reflexiones acerca del lenguaje, su uso y su enseñanza*. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba: Argentina, 2017. pp. 106-114.
- OCCELLI, M.; VALEIRAS, N. Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 31, n. 2, 133-152. 2013.
- PARGA LOZANO, D. L. Contenido ambiental en la enseñanza de la química: análisis de los planes de estudio, libros de texto y matrices de evaluación nacional en Brasil. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v.12, n. 2, 117. 2017.
- PARGA LOZANO, D. L. Investigaciones en Colombia sobre libros de texto de química: análisis documental. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, Bogotá, v. 44, 111-128. 2018.
- PÉREZ, U.; ÁLVAREZ, M.; SERRALLÉ, J. F. Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evaluación histórica del conocimiento del universo. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 27, n. 1, 109-120. 2009.
- ROSE, D.; MARTIN J. R. Learning to write, reading to learn. Genre, knowledge and pedagogy in the Sydney School. *Equinox*. Sheffield: Reino Unido, 2012.
- ROSLI, N. Consignas como herramientas mediadoras de lectura: análisis en materias de ciencias sociales del nivel secundario argentino. *Entornos*, Neiva, v. 31, n. 1, 59-68. 2018.
- RUDOLPH, C. A.; MATURANO, C. I.; SOLIVERES, M. A. Los géneros en los textos de manuales escolares de Ciencias Naturales. *Revista Signos. Estudios de Lingüística*, Valparaíso, v. 53, n. 103, 520-546. 2020.
- SOLIVERES, M. A.; RUDOLPH, C.; MATURANO, C. I. El texto multimodal de Física en la escuela secundaria: Propuesta de tareas de lectura. *Traslaciones*, Mendoza, v. 5, n. 10, 287-306. 2018.
- TOSI, C. El texto escolar como objeto de análisis. Un recorrido a través de los estudios ideológicos, didácticos, editoriales y lingüísticos. *Lenguaje*, Cali, v. 39, n. 2, 469-500. 2011.
- VIZCAÍNO A., D. F. Uso del libro escolar o libro de texto en la enseñanza de ciencias. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, v. 11, n. 2, 150-151. 2016



ANEXO

Texto seleccionado

Las propiedades periódicas

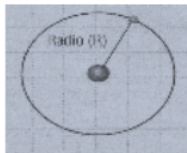
A medida que recorremos a lo largo un grupo o un periodo de la tabla periódica, veremos que algunas propiedades de los elementos varían en forma gradual y se repiten secuencialmente. Esta **periodicidad** en las propiedades de los elementos permite estudiarlos y predecir el comportamiento químico y las propiedades físicas de algún elemento en particular.

Radio atómico

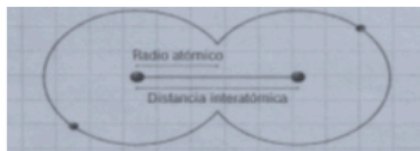


Un modelo útil para comprender y representar el radio atómico consiste en considerar los átomos como esféricos, entonces, se puede

calcular el radio atómico como en una circunferencia. De acuerdo con el tipo de elemento, existen diferentes técnicas para determinar el radio atómico.

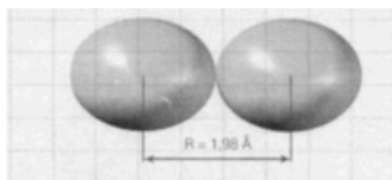


- El radio atómico es la mitad de la distancia entre dos núcleos de dos átomos metálicos adyacentes.
- El radio atómico es la distancia entre los núcleos de dos átomos vecinos que están unidos entre sí formando una red tridimensional.
- El radio atómico es la mitad de la distancia entre los núcleos de dos átomos de una molécula diatómica.



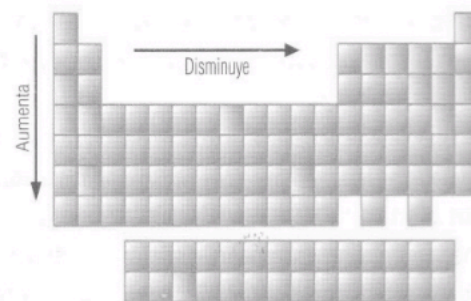
Por ejemplo, para calcular el radio atómico en una molécula formada por dos átomos iguales de cloro, deberíamos dividir la mitad de la distancia interatómica de la molécula.

$$\text{Radio atómico (R)} = \frac{\text{distancia interatómica}}{2}$$



$$\text{Radio atómico del cloro (R}_{\text{Cl}}) = \frac{1,98}{2} = 0,99 \text{ \AA}$$

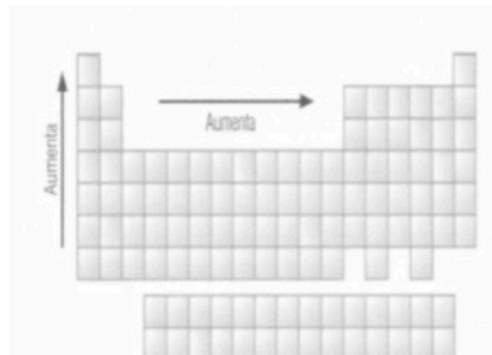
El **radio atómico** nos da idea del tamaño de un átomo y es de gran utilidad para entender la química de los elementos, ya que varias propiedades físicas, como la densidad, el punto de fusión y el punto de ebullición se relacionan con el tamaño atómico. Sin embargo, el "tamaño de un átomo" no es un concepto preciso, ya que la nube de electrones que rodea al núcleo no tiene una frontera definida. El radio se mide en angstroms (Å) y se determina experimentalmente. Dentro de un **periodo**, el radio disminuye de izquierda a derecha (a medida que aumenta el número atómico). Dentro de un **grupo**, el radio se incrementa de arriba hacia abajo (a medida que aumenta el número atómico).



Variación del radio atómico en la tabla periódica

Energía de ionización

La **energía de ionización** es la energía que se necesita para arrancar un electrón de un átomo en estado gaseoso, en su estado fundamental, y convertido en un catión (átomo con carga positiva). Cuanto mayor es la energía de ionización, más difícil es quitar el electrón. Los elementos con baja energía de ionización tienden a formar cationes fácilmente. Dentro de un periodo, la energía de ionización aumenta de izquierda a derecha (a medida que se incrementa el número atómico). Dentro de un **grupo**, la energía de ionización aumenta de abajo hacia arriba a medida que disminuye el número atómico.

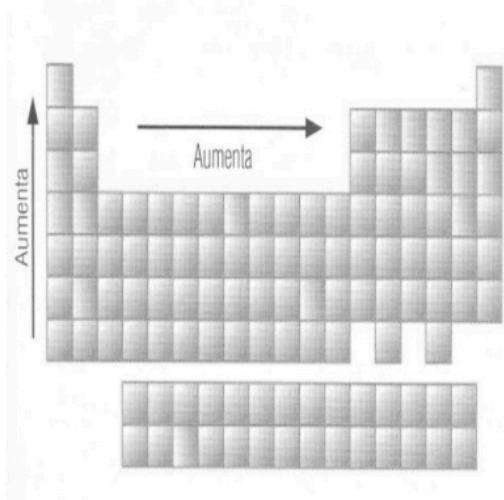


Variación de la energía de ionización en la tabla periódica

Veamos un ejemplo: el sodio y el cloro pertenecen al periodo tres. Dentro de un mismo periodo el número cuántico principal (último nivel de energía) es el mismo, pero a medida que aumenta el número atómico se incrementa la carga nuclear (carga positiva) y los electrones tienden a ser más atraídos hacia el núcleo. Por lo tanto, los átomos se hacen más pequeños, su radio disminuye y su energía de ionización aumenta porque es más difícil arrancar un electrón del último nivel de energía.

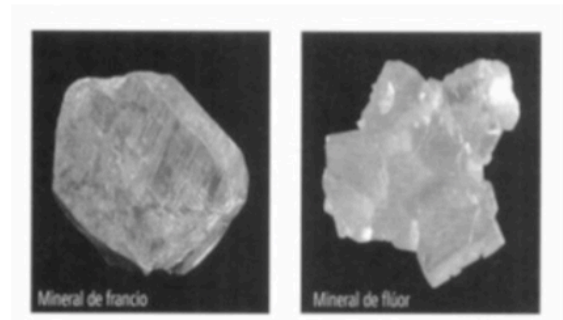
Electronegatividad

La electronegatividad es la capacidad de un átomo de atraer hacia sí los electrones de un enlace químico. Es decir la tendencia de un átomo a ganar electrones cuando participa de una reacción química. Los átomos con electronegatividad alta tienden en mayor medida a atraer electrones que aquellos con electronegatividad baja. Dentro de un **periodo**, la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha (a medida que se incrementa el número atómico). Dentro de un **grupo**, aumenta de abajo hacia arriba (a medida que disminuye el número atómico).



Vamos analizar, al igual que lo hicimos con el radio atómico y la energía de ionización, a qué se debe la variación de la electronegatividad.

- Si nos situamos en un mismo periodo, el número cuántico principal (último nivel de energía) es el mismo. A medida que aumenta el número atómico, se incrementa la carga nuclear (carga positiva) y los electrones tienden a ser más atraídos hacia el núcleo. Esto provoca un aumento en su energía de ionización, es decir que es más difícil arrancar un electrón del último nivel de energía. Entonces los elementos que dentro de un mismo periodo, posean mayor número atómico tenderán en menor medida a ceder electrones -porque están más atraídos hacia el núcleo- y en mayor grado a ganar electrones en una reacción química.

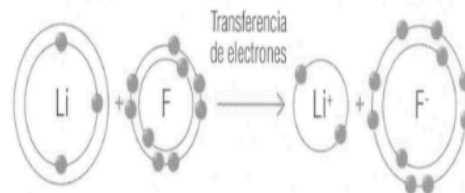


La escala de electronegatividad varía entre 0,7 para el elemento menos electronegativo, el francio y 4,0 para el más electronegativo, el flúor.

- Ahora, en un mismo grupo, a medida que aumenta el número atómico también se incrementa el número cuántico principal (último nivel de energía) y los electrones se encuentran cada vez más alejados del núcleo. Por lo tanto, su energía de ionización disminuye porque es más fácil arrancar un electrón del último nivel de energía. Entonces los elementos que, dentro de un mismo grupo, posean mayor número atómico tenderán en mayor grado a ceder electrones -porque están menos atraídos hacia el núcleo- y en menor medida a ganar electrones en una reacción química.

La electronegatividad se relaciona con la energía de ionización de esta manera, los átomos con energía de ionización alta, como los no metales, poseen electronegatividad alta. Por el contrario, los átomos con baja energía de ionización, como los metales, tienen una baja electronegatividad.

En una reacción química, ocurriría una transferencia de electrones entre un elemento muy electronegativo y uno de baja electronegatividad. El elemento menos electronegativo cederá un electrón para transformarse en un ion con carga positiva (catión). Por el contrario, el elemento más electronegativo tenderá a atraer o ganar un electrón y se convertirá en un ion con carga negativa (anión).



El flúor es más electronegativo y atrae un electrón del litio. Como resultado, el litio queda con una carga positiva (catión) y el flúor con una carga negativa (anión).

Fuente: BALBIANO *et al.* (2016, pp. 32-33)



UNA PROGRESIÓN DE APRENDIZAJE SOBRE IDEAS BÁSICAS ENTRE FÍSICA Y ASTRONOMÍA

UMA PROGRESSÃO DE APRENDIZAGEM SOBRE IDEIAS BÁSICAS ENTRE FÍSICA E ASTRONOMIA

A LEARNING PROGRESSION ABOUT BASIC IDEAS BETWEEN PHYSICS AND ASTRONOMY

Enrica Giordano* 

Cómo citar este artículo: Giordano, E. (2021). Una progresión de aprendizaje sobre ideas básicas entre Física y Astronomía. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 272-293. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17107>

Resumen

Aunque la gente parece estar motivada de forma natural hacia el aprendizaje de la Astronomía, muchos, incluso en los niveles educativos altos, muestran dificultades para la explicación de los fenómenos astronómicos de cada día. A pesar de haber cursado años de estudio, las personas suelen tener una información fragmentada de los hechos astronómicos básicos, tales como alternancia día-noche, estaciones y zonas climáticas, fases de la luna, eclipses, entre otros. En general, en los discursos de las personas hay carencia de una panorámica general y coherente sobre dichos fenómenos de la naturaleza y la forma como influyen en la vida de cada quien. En este trabajo presentamos un resumen de algunas de las dificultades más comunes para el aprendizaje de la Astronomía básica y mostramos algunos de los resultados que ha presentado la literatura, en donde se proponen estrategias para superarlos. Luego describimos una propuesta para una progresión de aprendizaje sobre conceptos básicos entre Física y Astronomía. La propuesta se basa en una larga experimentación de campo con alumnos de 3 a 14 años, así como con profesores y ciudadanos.

Palabras Clave: Enseñanza de la Astronomía de posición. Coherencia entre fenómenos astronómicos. Física y Astronomía.

Abstract

Although people seem to be naturally motivated towards learning astronomy, many, even at high educational levels, show difficulties in explaining everyday astronomical phenomena. Despite having studied for years, people tend to have fragmented

Recibido: 30 de noviembre de 2020; aprobado: 09 de abril de 2021

* Esta propuesta fue presentada en la III Escuela Latinoamericana de Enseñanza de las Ciencias y la Astronomía celebrada en mayo de 2016 en Cali. La investigación de la que se presentan los resultados duró muchos años y se llevó a cabo principalmente en proyectos financiados por el Ministerio de Educación, Universidad e Investigación de Italia.

** Profesor asociado de la Universidad de Milán-Bicocca, Italia. Enrica.giordano@unimib.it ORCID 0000-0003-4781-002X

information on basic astronomical facts, such as day-night cycles, seasons and climatic zones, phases of the moon, eclipses, among others. In general, in people's speeches, there is a lack of a complete and coherent overview of these natural phenomena and the way they influence the life of any person. In this paper, we present a summary of the most common difficulties in learning observational astronomy, and we show some strategies to overcome them proposed by international researchers in the field. Then we describe a proposal for a learning progression on basic concepts between physics and astronomy. The proposal is based on long field experimentation with students from 3 to 14 years old, as well as with teachers and citizens.

Keywords: Teaching observational Astronomy. Coherence between astronomical phenomena. Physics and Astronomy.

Resumo

Embora as pessoas pareçam estar naturalmente motivadas para aprender astronomia, muitas, mesmo em níveis educacionais superiores, apresentam dificuldades em explicar os fenômenos astronômicos do dia a dia. Apesar de ter estudado vários anos, as pessoas tendem a ter informações fragmentadas sobre fatos astronômicos básicos, como alternância diurna e noturna, estações e zonas climáticas, fases da lua, eclipses, entre outros. Em geral, nas falas das pessoas falta uma visão completa e coerente desses fenômenos da natureza e da forma como eles influenciam a vida de cada pessoa. Neste trabalho apresentamos um resumo de algumas das dificuldades mais comuns para o aprendizado da astronomia básica e mostramos alguns dos resultados apresentados por pesquisadores internacionais, onde são propostas estratégias para superá-las. Em seguida, descrevemos uma proposta para uma progressão de aprendizagem em conceitos básicos entre Física e Astronomia. A proposta é baseada em uma longa experimentação de campo com alunos de 3 a 14 anos, bem como com professores e cidadãos.

Palavras chave: Ensino de Astronomia de posição. Coerência entre fenômenos astronômicos. Física e Astronomia.

Causa perplejidad que se nos encierre en lóbregos recintos para iniciarnos en el conocimiento de la naturaleza, que debemos escuchar por horas y por meses un saber aburrido y fósil mientras afuera discurre el milagro del mundo. (Ospina, 2006

1. Introducción

De acuerdo con una amplia literatura, las llamadas concepciones alternativas, conceptos erróneos o

preconcepciones, son espontáneos sólo en parte, muchos son construidos por los estudiantes a partir de su experiencia de vida en situaciones naturales, comunicativas y sociales y no todos son erróneos, Gagliardi & Giordano (2015). Gran parte de estos conocimientos, que a menudo divergen del conocimiento científico aceptado por la comunidad, no es espontáneo, sino que es el resultado de la educación formal tanto en sus contenidos como en la forma en que se enseña. Adicionalmente, en

la educación formal rara vez se tienen en cuenta las experiencias y las concepciones ya presentes en los estudiantes, que deberían ser consideradas, no sólo como obstáculos, sino también como anclajes para el aprendizaje posterior. Clement, Brown & Zietsman (1989)

2. Algunas dificultades en la enseñanza tradicional de la Astronomía

Hacer una revisión exhaustiva de los conceptos erróneos en la Astronomía, como los que muestran Bayler & Slater (2004); Lelliott & Rollnick (2010); está más allá del ámbito del presente trabajo. Enseguida, mencionaremos algunos que nos resultaron particularmente importantes e interesantes, ofreciendo nuestra interpretación sobre las condiciones que hacen que aparezcan y persisten.

Al analizar la enseñanza de la Astronomía en los países del hemisferio Sur y en la zona ecuatorial Guataquirá & Castiblanco (2020), la situación se puede considerar aún peor, ya que se enseña en todo el mundo a través de representaciones y modelos que se han desarrollado durante siglos en el hemisferio Norte, tratando como universal un punto de vista que responde a la forma de ver el mundo, en un lugar particular con sus propios cambios. Para los estudiantes de la zona alrededor y al Sur del ecuador, el contraste entre lo que se aprende y lo que se vive cada día, que vamos a describir en detalle más adelante, es aún más fuerte que en el caso de los países al Norte del ecuador, pues no suele coincidir lo que se enseña con lo que se observa. Esto exige repensar los contenidos y métodos de enseñanza desde una perspectiva epistemológica sobre los significados para quienes se enseña, y sobre lo que se enseña. Camino (2011); Camino et al. (2016); Camino (2018); Candamil & Romero-Chacón (2019); Nardi et al. (2020).

2.1. Primer ejemplo: las estaciones

Las estaciones parecen un contenido muy difícil de ser construido correctamente y en cuya interpretación persisten errores incluso en los niveles

escolares avanzados. Al analizar la forma en que normalmente se enseña este tema, nos damos cuenta de que suelen usarse palabras, imágenes y modelos que concluyen que "las estaciones existen porque el eje de la Tierra está inclinado" Pero, ¿Qué relación hay entre la "inclinación" de la Tierra y el hecho que existan las estaciones? ¿Cómo se explica que por esta razón en Europa las estaciones son muy diferentes de las estaciones en Colombia y son a la inversa en la Patagonia Argentina, o en Australia, con relación al norte? Los medios de comunicación y los textos generalmente no se enfrentan explícitamente con la explicación de estas cuestiones.

Encontramos que los estudiantes, para dar sentido a las afirmaciones que encuentran en textos y dibujos, imaginan la órbita de la Tierra altamente elíptica y también imaginan que, al inclinarse el eje, la cara de la parte Norte se encuentra más cerca al Sol en un caso (verano) y más lejos en otro (invierno). Algunos estudiantes que viven al Norte también piensan que es verano cuando la Tierra está en el perihelio y que es invierno cuando la Tierra está en el afelio. Los dibujos del sistema solar, que usualmente no son a escala porque es imposible hacerlo en el tamaño de la hoja de un libro, de modo que se vean bien cada planeta y sus respectivas distancias al Sol, proporcionan a los estudiantes un imaginario sobre el cual basan estas ideas, ya que el planeta suele ser dibujado demasiado cerca del Sol y demasiado grande en relación al Sol, para lo que es en realidad. Pero ¿Cómo puede ser verano en el Norte e invierno en el Sur, cuando se considera que la explicación radica en la posición de toda la Tierra respecto al Sol? ¿No se dan cuenta de la contradicción? Se aplica un esquema válido en otros contextos experimentales: más cerca de una fuente de calor implica más cálido. De acuerdo con DiSessa (1988), más que un concepto erróneo, aparece una *p-prim*, una idea fenomenológica primitiva, que en sí no es incorrecta, pero se va usando en contextos en los que, por las dimensiones y las distancias, no son aplicables.

2.2. Segundo ejemplo: direcciones en el espacio

Fundamentalmente qué significa: ¿El eje? ¿Está

inclinado? ¿Con respecto a qué? Para dar sentido a estos conceptos lo primero que todos hacemos es imaginar la Tierra en el espacio alrededor del Sol como la representa el globo terráqueo, modelo muy difundido y comercializado idéntico en todo el mundo.

Pero el globo implícitamente nos lleva a suponer que existe un plano (horizontal) y una dirección (vertical) absoluta en el espacio y que, con respecto a ellos, la Tierra está inclinada, dando a esta palabra el mismo significado que tiene en nuestra vida diaria, en un ambiente caracterizado por la presencia de la fuerza peso. El globo tradicional también insinúa la idea de que hay un "arriba" y un "abajo" absolutos y que los habitantes de los países del Norte están "por encima y cabeza arriba" mientras que los del Sur están "cabeza abajo" y "abajo" de otros países. Nuevamente se aplican esquemas válidos en situaciones cotidianas a casos muy diferentes por orden de magnitud de las distancias y de las fuerzas que actúan en este fenómeno.

A partir de lo anterior podemos decir que, básicamente vivimos sobre un terreno plano y firme y repetimos que la Tierra es esférica y que tiene dos movimientos. Aprendemos ideas que parecen contrarias al sentido común, vivimos en una contradicción entre lo que vemos y lo que sabemos, entre "ver cómo Tolomeo y hablar como Copérnico" Lanciano (1989). Memorizamos incluso tablas y diagramas para visualizar este conocimiento desde un punto de vista externo a la Tierra y también ajeno a nuestros sentidos. Estas representaciones están generalmente construidas de acuerdo a lo que se observa desde el hemisferio Norte como en el caso del sistema solar o de las fases de la luna.

3. Pero ¿Cómo conciliar lo que se ve con lo que se sabe?

La enseñanza por lo general no aborda explícitamente este problema y da la impresión de que el conocimiento científico escolar es la verdad que debe aprenderse de una manera dogmática y debe repetirse como tal. Nada más contrario a las afirmaciones

hechas por muchos profesores y educadores en relación con el método científico y el espíritu crítico que la ciencia debería formar.

Esta perspectiva dogmática, lleva a que los estudiantes sobrevivan al sistema educativo, muchas veces renunciando a ver, a mirar al cielo. Especialmente los que vivimos en las ciudades, carecemos de una base de observación de los eventos diarios, no sabemos mirar con cuidado, nuestra mirada se dirige hacia el suelo, a nuestros pies, raramente hacia el cielo. ¿Quizás porque nos pesa demasiado la cabeza, llena de nociones!

3.1. Soluciones propuestas en la literatura sobre didáctica de la Física

La investigación en didáctica de las Ciencias Naturales, especialmente en la Física, ha desarrollado unas sugerencias básicas a tener en cuenta para una enseñanza de calidad y un aprendizaje significativo. Para superar la fragmentación tradicional y la superficialidad de muchos aprendizajes la investigación propone un nuevo marco para la educación científica K-12 basado en pocas ideas básicas, conceptos transversales y prácticas científicas, como lo exponen (NRC, 2007; NRC 2012). Abandonando la idea simplista de un único "método científico" se asume una visión de la ciencia como un cuerpo de conocimientos basado sobre evidencias; una empresa de construcción de modelos que continuamente se extiende, se refina y se revisa; una empresa social que procede de forma no lineal sobre problemas complejos. Conocimientos y métodos de los cuales uno puede apropiarse solamente mediante la práctica de los mismos.

La investigación señala que la educación científica básica debe basarse en prácticas científicas tales como: hacer preguntas, observar cuidadosamente en situaciones naturales; experimentar en situaciones controladas operando variaciones sistemáticas; utilizar varios lenguajes para representar lo que se ha observado y experimentado: el lenguaje corporal, palabras, dibujos, bocetos y diagramas; crear interpretaciones provisionales y revisarlas a la luz de las pruebas de experimentaciones subsiguientes y de

la comparación entre compañeros y con expertos; utilizar modelos y analogías.

La investigación pone de relieve la importancia del papel activo del alumno a través de su participación en esta variedad de prácticas y metodologías. Por lo tanto, no se debe enseñar a repetir contenidos aprendidos de memoria; hay que enseñar a practicar las metodologías y el tipo de pensamiento científico sobre pocos temas claves trabajando, en continuidad y coherencia, a lo largo de los diferentes grados escolares. La propuesta para este trabajo transversal se puede llamar como un aprendizaje progresivo. “Una progresión de aprendizaje se define como una secuencia de formas sucesivamente más sofisticadas de pensar sobre un tema, que pueden seguir unas a otras mientras los niños aprenden acerca de un tema en un amplio espacio de tiempo (por ejemplo, 6-8 años)” (National Research Council - NRC, 2007) El debate está abierto acerca de cómo definir y validar las progresiones de aprendizajes que generalmente son hipotéticas ya que es prácticamente imposible seguir los mismos estudiantes en un camino a lo largo de años y son comprobables solo segmentos parciales de ella. En el caso de la Física la literatura internacional ha presentado propuestas innovadoras para prevenir o superar los errores más comunes basados en trabajos experimentales de situaciones reales de clase. Recientemente han aparecido propuestas para una progresión de aprendizaje en la Astronomía, Plummer (2012) e ideas para una secuencia pedagógica, Padalkar, Ramadas (2007). Algunas características compartidas de estas propuestas son: empezar desde la perspectiva local de los fenómenos; hacer que las personas participen activamente en experiencias kinestésicas, recoger de datos, construir y usar herramientas y modelos concretos, antes del uso de textos y simulaciones electrónicas.

3.2. *La base de nuestra propuesta*

Nuestra contribución se basa en la investigación sobre la educación científica fundamental italiana Arcà, Guidoni, Mazzoli (1990); Lanciano (2014); que desde hace años enfatiza en la importancia de

trayectorias longitudinales de enseñanza y el aprendizaje de la Física y la Astronomía en términos de ideas-marco y procedimientos científicos, Levrini et al (2009). Conectamos Física y Astronomía porque pensamos que tiene más sentido la enseñanza simétrica de ambas disciplinas ya que a lo largo de la historia de la ciencia han estado siempre estrechamente vinculadas.

Por ejemplo, para interpretar los hechos básicos relacionados con la forma como se observan los cielos desde la Tierra, lo que suele llamarse Astronomía de posición, son esenciales ideas básicas sobre la Física del movimiento y de la luz. Al mismo tiempo la Astronomía, que resulta ser motivante por sus objetos de estudio, puede dar significado al estudio de la Física, que se enseña a menudo completamente fuera de la realidad y por lo tanto resulta incomprendible para muchos estudiantes y desalentador para acercarlos al conocimiento científico.

También, quizás más importante, creemos que a partir de la Astronomía se hacen más evidentes los aspectos generales de la formación de individuos y de la construcción de su propia identidad, lo cual debe ser siempre uno de los objetivos de la educación, en consonancia con las reflexiones de Camino et al (2016); Camino (2018). Observar lo que ocurre en el cielo, sobre el horizonte local, en un día y en un año, permite al estudiante a tomar conciencia de su propio lugar en el mundo. Al comparar su conocimiento con el conocimiento histórico y las culturas locales, va apropiándose de la forma específica de construcción de conocimiento en la sociedad a la que pertenece. Preguntarse por lo que está ocurriendo simultáneamente en otros lugares de la Tierra le permite al estudiante descubrir lo que va cambiando al cambiar del punto de observación bajo el mismo cielo y le abre el camino hacia la interpretación de lo que sucede a nivel local en relación con lo que le ocurre a toda la Tierra en su conjunto.

En una palabra, mientras está aprendiendo conocimientos específicos, el aprendiz se convierte en una persona capaz de enfrentarse a problemas locales y al mismo tiempo a insertarlos en una dimensión global.

Ya hemos dicho que la enseñanza tradicional de la Astronomía, cuando está presente en el plan de estudios de la escuela, es a menudo muy fragmentada y no parece capaz de hacer adquirir un conocimiento significativo y consistente de los principales fenómenos astronómicos. En consonancia con los objetivos que acabamos de definir, en los últimos años hemos diseñado un camino longitudinal de aprendizaje sobre la Astronomía observacional, de posición, en relación con la Física.

Trabajando con alumnos de 3 a 14 años, experimentamos segmentos de esta trayectoria. Ninguna de las clases con quienes hemos trabajado pudo seguir todo el recorrido de construcción del conocimiento. Por eso la secuencia de enseñanza se reconstruye de forma teórica, basada estrictamente en los datos obtenidos en experimentos reales que a veces duraban más que un año escolar. De acuerdo con la literatura la podemos llamar una progresión hipotética de aprendizaje. Sólo en la formación universitaria de los futuros maestros de jardín de infancia y de escuela primaria hemos tratado de, aunque en el tiempo limitado a nuestra disposición, proponer las etapas cruciales de toda la trayectoria. Con base en las reflexiones realizadas y los datos obtenidos por estas experimentaciones en situaciones de clase, llegamos a proponer lo que podría llamarse una progresión de aprendizaje multi-fases, un recorrido longitudinal de aprendizaje a partir de los dos-tres años. Se trata básicamente de tres fases que no son necesariamente separadas ni estrictamente consecuentes. A continuación, presentamos el recorrido en sus etapas básicas. Luego seguirá la exposición detallada de algunas de las actividades, especialmente de la primera y segunda fases, con ejemplos que se derivan de casos experimentales en la escuela y la formación universitaria docente.

4. Las tres fases de la propuesta, en síntesis.

4.1. *El marco local: la vista desde su lugar*

Observar el cielo del día y de la noche sobre el horizonte local, registrar datos observacionales,

construir modelos interpretativos.

En esta etapa, que también podríamos llamar la cinemática de los movimientos celestes, los objetos celestes se observan a simple vista y se describen en el sistema de referencia fijo con el observador, que se encuentra en un punto específico en la Tierra. En comparación con la observación de la vida cotidiana aquí se procede sistemáticamente a lo largo de escalas de tiempo largas: un día, un mes, un año, más años. La recopilación sistemática de las observaciones permite construir una cultura astronómica de clase, que se puede apoyar en la cultura astronómica de sociedades locales o incluso distantes.¹ En el nivel metacognitivo se presenta en toda su evidencia la complejidad de la relación entre hechos y teoría, la diferencia epistemológica fundamental entre observación e interpretación. En relación con el estudio de la relatividad del movimiento en Física se empieza a introducir la idea de que son posibles más interpretaciones de las mismas observaciones.

4.2. *El marco geocéntrico global: la vista desde la Tierra*

Reconocer su propia posición sobre la Tierra en relación con otros países; mirar lo que sucede en toda la superficie de la Tierra; comparar observaciones cualitativas y datos entre ubicaciones a diferentes latitudes y longitudes; conectar la visión local y global de lo que ocurre a la Tierra en términos de luz y sombra. En esta segunda fase se asume lo que podríamos llamar el punto de vista geocéntrico global. A través del uso de una herramienta innovadora, desarrollada por el grupo de investigación italiano-argentino, el globo terráqueo paralelo, se puede observar lo que le ocurre a la Tierra en su totalidad cuando cambia la iluminación del planeta a lo largo

¹ En Italia, desde hace años se encuentran cada vez más alumnos de diferentes naciones del mundo. La propuesta de Astronomía puede ser vista como una propuesta de educación intercultural, de respeto a otras culturas, de valorización de la experiencia y del conocimiento traído por cada uno de los alumnos. La recuperación de historias y tradiciones sobre el origen del mundo permite conexiones más fuertes con la historia, la geografía, la literatura y el mito, etc. Una discusión detallada de estas conexiones está más allá del espacio de este escrito, pero constituyen una de las razones fundamentales de la enseñanza de la Astronomía que nos proponemos.

de un día y de un año, Rossi et al. (2015); Lanciano (2014); Camino (2014). Se pueden colocar sobre el globo pequeños instrumentos similares a los utilizados para las observaciones locales, típicamente un gnomon, para poner en conexión las observaciones locales y globales y para ver lo que pasa cuando cambia la posición del observador en el planeta.

La comunicación con estudiantes de otros países, facilitadas por la tecnología de la información, le permite comprobar sus observaciones con el globo terráqueo paralelo, con las observaciones locales directas confirmando el uso correcto del instrumento. Unos de los conceptos fundamentales en los que se insiste son: la diferencia entre arriba/abajo y Norte/Sur; la imposibilidad de hablar de direcciones absolutas o privilegiadas en el espacio cósmico.

En este marco de referencia **Norte/Sur** se definen por el movimiento observado de la esfera celeste que gira alrededor de un eje que también pasa a través del planeta. Es una dirección única que se presenta en posición diferente sobre diferentes horizontes.

Por otro lado, **arriba/abajo** dependen de la fuerza de atracción que la Tierra ejerce sobre los objetos que la rodean. Son múltiples direcciones, desde los diferentes puntos de la superficie hacia el centro de la Tierra. Por lo tanto, no tiene sentido decir que el Norte está arriba y el Sur está abajo. La fuerza de la gravedad Sol-Tierra y su movimiento mutuo definen un plano, el plano de la eclíptica, que está inclinado con respecto al eje de rotación, pero no tiene una orientación especial en el espacio.

4.3. El marco heliocéntrico: la vista desde el Sol

En la tercera fase se llega a la visión del sistema solar en el espacio, desde una nueva perspectiva. Si fue construida correctamente la idea de que no hay direcciones privilegiadas en el espacio, aun las representaciones tradicionales del plano de la eclíptica como plano horizontal no tiene sentido. Igualmente, la idea del eje de la Tierra inclinado con respecto a la vertical local y siempre con el Norte arriba ya no tendría sentido. Así, tanto los modelos concretos como las representaciones gráficas y las animaciones en nuestro recorrido prevén que el

plano de la eclíptica pueda tomar diferentes posiciones en el espacio y con ella vaya cambiando la inclinación del eje de la Tierra con respecto al horizonte, coherentemente con las observaciones del globo terráqueo paralelo en diferentes latitudes. Como conceptos básicos de la Física, la conexión más obvia es la idea de la relatividad del movimiento. Para hablar de movimiento y estudiarlo, siempre se debe especificar el sistema de referencia del observador. La idea de centro de masa del sistema solar que está ubicado en el Sol puede introducirse a través de un magnífico video del proyecto PSSC (1956).

También se necesitan y se construyen ideas básicas fundamentales de óptica como: la propagación rectilínea de la luz; el modelo de rayo; el cuasi-parallelismo de los rayos que llegan desde una fuente muy lejana, prácticamente al infinito.

5. Sugerencias para la enseñanza en la escuela secundaria

A nivel de educación media, jóvenes entre 15 y 19 años, que no se tratan en esta propuesta, se podría continuar con el estudio relacionado de la Mecánica y la Astronomía introduciendo la Gravitación universal y la Relatividad en términos de la Mecánica clásica y einsteiniana.

La Óptica Física, por supuesto, permite abordar aspectos astrofísicos que aquí solo nombramos, principalmente: colores y espectros en relación con la naturaleza y la composición de las estrellas o el movimiento de las galaxias. Al final todos los tópicos contribuyen a construir el concepto transversal de energía en términos mecánicos, luminosos e incluso térmicos.

A continuación, vamos a tratar con más detalle las dos primeras fases intentando explicar los pasos principales en términos de conceptos científicos básicos y prácticas implementadas, que ilustraremos con experiencias hechas en las clases, de donde tomamos extractos de discusión, dibujos y modelos realizados.

5.1. El punto de vista local: observar, registrar, construir modelos

Las principales actividades de la primera fase son:

- Observar el cielo del día a simple vista desde el punto de vista local, mirando a su alrededor.
- Dibujar el horizonte visual. Identificar los puntos cardinales y direcciones en el plano horizontal.
- Registrar el movimiento observado del Sol², de la Luna³ y las estrellas sobre un observatorio cilíndrico y un observatorio esférico en un día y en un año.
- Registrar el movimiento observado del Sol a través de la sombra de un gnomon.
- Observar a simple vista desde el punto de vista local el cielo de la noche.
- Interpretar las observaciones.

Ejemplos

a) Observar a simple vista el cielo diurno. Describir con palabras y dibujos sus observaciones y sensaciones. Se empieza haciendo observaciones en el entorno, al aire libre, recopilando datos cualitativos y registrándolos en diferentes soportes. Esta actividad siempre se propone al principio del curso, a estudiantes de todas las edades, para crear una relación directa con el cielo, para dar lugar a la curiosidad y a preguntas.

A partir de las experimentaciones con estudiantes de todas las edades hemos recopilado preguntas acerca de aspectos que no esperábamos, dando por obvias y sentadas cuestiones que en cambio resultan esenciales. Por ejemplo, los niños pequeños usualmente pintan el cielo como una franja azul en la parte superior de su dibujo, separada del suelo por una zona blanca, el espacio para los árboles, las personas, las aves etc. Algunos preguntan,

¿Por qué el cielo no se cae en la cabeza?

¿Cómo puede mantenerse parada la zona azul?

Incluso las/os maestras/os en formación a menudo ofrecen cuestiones interesantes como,

² Con una protección adecuada.

³ El estudio de la Luna, que fue experimentado por nuestros grupos de investigación en varias ocasiones con estudiantes de diferentes edades, es muy importante. Pero requeriría un espacio que está más allá de los límites de este informe.

¿Donde comienza el cielo y donde termina?

¿Qué es el cielo?

¿Donde esta el azul?

Los niños no se desaniman ante nada, en su propia forma abordan también las preguntas más grandes y llegan a hablar del cielo en forma profunda y refinada, como se observa en los siguientes diálogos entre niños de 5 años, frente a las preguntas,

¿Qué es el cielo?

Martina: Podemos tocar sólo el aire, pero siempre es cielo a pesar de que no lo vemos.

Simone: Es algo azul, muy oscuro y profundo.

¿Donde empieza y donde termina?

Federico: parte de la tierra y termina en el espacio

Alessandro: el cielo termina donde existe el espacio y allá ya no es visible porque hay todo azul y los planetas y las estrellas

Gianluca: el cielo se ve arriba y llega hasta debajo

Clara: el cielo está en todas partes, pero hay casas que no lo dejan ver, o las paredes o árboles, o las grúas, pero si estamos afuera siempre lo vemos

Ellos saben escuchar y cambiar de opinión en comparación con los otros y encontrar las palabras para decir sus nuevas conclusiones, como dice esta niña de 7 años,

Entendí: tenemos los pies sobre la tierra y la cabeza hacia el cielo

El dibujo por zonas de los niños pequeños permite introducir la diferencia entre el cielo cercano, campo de estudio de los meteorólogos y de los físicos de la atmósfera y el cielo distante que estudian los astrónomos.

Cuando se mira hacia el sol con las gafas que se utilizan normalmente para mirar un eclipse de Sol los niños son afectados por el hecho de que el sol se ve pequeño y sin rayos. Si el filtro que utilizan muestra el sol en blanco no dudan en decir que ellos están viendo la luna. Incluso los adultos tal vez lo piensan, pero no lo dicen. Se trata de cuestiones importantes que permiten abrir un debate por ejemplo sobre lo que es un rayo, introducir la idea de modelo. O que la luna llena y el sol a la vista

parecen iguales, a pesar de que son muy diferentes por tamaño y distancia. Se empieza a sospechar que las dimensiones celestes están muy lejos de la escala ordinaria, tema al que se vuelve muchas veces, con diferentes niveles de detalle, a lo largo del camino.

b) El horizonte visual y su dibujo⁴

En Astronomía hay dos tipos de horizonte, en dos niveles diferentes:

"El horizonte local es la línea de separación y unión entre el cielo y la tierra, que siempre está abierto y es visible si el aire es puro; limita la vista y proporciona puntos de referencia; es un lugar de encuentro entre el espacio y el tiempo a través del movimiento de los astros. Mientras el horizonte astronómico es un círculo máximo de la esfera celeste" Lanciano (2016, p.45)

Muchas veces las palabras y las fotos de los libros o sitios, por lo general vistas al mar, no ayudan a distinguir entre los dos horizontes y casi sugieren que existe el horizonte sólo en la naturaleza, donde la vista es amplia, como al mar, y no en la ciudad. A través de una discusión emergen las ideas iniciales: en Milán no hay horizonte, está cubierto por los edificios, mientras los gestos del cuerpo indican una línea plana y recta. A continuación, los estudiantes

tienen el reto de poner sus ideas a prueba mediante los hechos.

Se les invita a salir a campo abierto y buscar la línea real de separación entre cielo y tierra, girando lentamente sobre sí mismos y dejando que la mirada llegue hasta el cielo. Dibujando con el dedo la línea del horizonte en el cielo se dan cuenta que la línea actual es endentada y creada por objetos a diferentes distancias del observador. Se pasa por fin a un dibujo colectivo del horizonte visible sobre papel u otro material. Ver Fig. 1.

c) Registrar el movimiento observado del sol (de la luna y de las estrellas) sobre un observatorio cilíndrico y un observatorio esférico en un día y en un año. Puntos cardinales y direcciones en el espacio. El horizonte dibujado, bien orientado, se convierte en un observatorio cilíndrico en el que se puede anotar cada salida y puesta del sol, de la Luna, de los planetas y las estrellas, como se ve en la Fig. 2. Es una importante base para aprender a extraer inferencias de los diagramas. Pero es complejo usar este observatorio cilíndrico para seguir el camino de los astros en el cielo en todas las épocas y los lugares. La proyección sobre un cilindro con eje vertical de hecho plantea problemas de deformación de la esfera celeste ya evidentes en verano a latitudes como la de Milán (45° N) y es obviamente imposible de utilizar en los países entre los dos trópicos donde se puede utilizar un cilindro con eje horizontal, como

4 La construcción concreta del horizonte es una actividad para primaria, pero los niños mas pequeños pueden utilizarlo fácilmente.



Fig. 1. "Pintando la cara a a tierra" (Piragua, 2015), horizonte colectivo en papel. Fuente: Foto tomada por L. Piragua en la escuela rural Los Rosales para su tesis de Doctorado

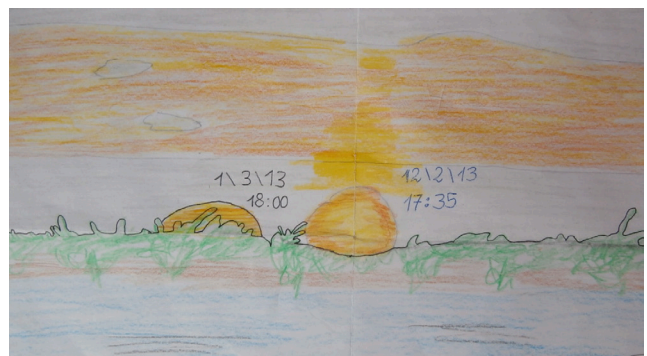


Fig. 2. Dibujo de la puesta del Sol en diferentes días. Fuente: Dibujo de niños de primaria, Tesis de grado E. Nozza.



Fig. 3a. Observatorio cilíndrico en red metálica donde fueron colgadas figuritas del sol en correspondencia de las posiciones observadas del Sol a través de un tubo colocado en la parte superior del gnomon



Fig. 3b. Desde las figuritas parten hilos que pasando a través de un anillo ubicado sobre el gnomon llegan al final de su sombra, representando un rayo del haz de luz del sol.



Fig. 3c. El reloj de Sol cilíndrico en el Parque Explora de Medellín. Puesto que el cilindro no es transparente, en la parte superior del gnomon hay un espejo que refleja el haz de luz hacia la superficie interior

Fuente: 3a Foto de estudiantes de Primaria trabajando en el Jardín Astronómico de Giocheria Laboratori por el conductor del taller M. Onid.

Fig.3b foto de estudiantes de colegio trabajando en el Parco Trotter con su profesora. Foto por el autor en las 3b y 3c.

se observa en las figuras 3a, 3b y 3c. Todos los objetos del cielo lejano del observador se pueden pensar como proyectados sobre la superficie interior de una cúpula muy grande, parte de una esfera imaginaria, la bóveda celeste. Para elaborar esta bóveda la solución más sencilla es utilizar un paraguas de plástico transparente como superficie, sobre la cual se marcará el Polo Norte / Sur celeste y el recorrido del sol y de los astros que se observa sobre el horizonte local. Ver Figuras 4a, 4b y 4c.

El movimiento observado del Sol traza en el espacio un camino con un punto de cumbre al que corresponde un punto en el tiempo, es decir, el mediodía solar verdadero. El punto de cumbre no se debe confundir con el Zenit. Los dos puntos no coinciden. En Milán el sol nunca pasa del Zenit. Incluso en los países tropicales, donde el sol llega muy alto en su ruta, sólo dos días al año esto sucede. Y el Zenit tampoco indica el Norte (Sur) como el paraguas podría sugerir. El uso de observatorios al exterior



Fig.4a. Cúpula de plástico transparente



Fig.4b. Cúpula de metal en un Jardín Astronómico.



Fig.4c. Paraguas transparente con horizonte en papel.

Fuente: 4a y 4 c Estudiantes de primaria trabajando en el Parco Trotter con la futura maestra Laborante por su tesis de grado
4b foto por el autor de estudiantes trabajando en el Jardín Astronómico de Giocheria Laboratori

se puede complementar con la implementación al interior, de modelos simples y la construcción/visión de dibujos esquemáticos y simulaciones de Stellarium, como se observa en las Figuras 5a y 5b.

d) *Registrar el movimiento observado del sol a través de la sombra de un gnomon. Puntos cardinales y direcciones en el plano horizontal.*

Simultáneamente con el registro del movimiento del sol en el espacio, se pueden hacer estudios de sombras por un gnomon vertical sobre una superficie horizontal. La sombra del mediodía solar, dibujada como la sombra más corta o trazada como eje de simetría entre las sombras de la mañana y de la tarde, siempre muestra la dirección Norte-Sur.

e) *El cielo de la noche*

Sugerimos, siempre que sea posible, pasar unas cuantas horas al aire libre por la tarde/noche, preferiblemente en un lugar no demasiado brillante, acostarse en el piso y mirar al cielo para sentirse parte de la profundidad del espacio y del movimiento del cielo. Esta actividad de relación intensa y directa con el cielo se puede combinar con el uso del observatorio cilíndrico o esférico para registrar el movimiento observado de las estrellas.

Las personas se dan cuenta de que todo el cielo de día y de noche rueda en nuestro horizonte de Este a Oeste alrededor de un eje que pasa a través de un punto en el cielo que está quieto. Para el hemisferio Norte es la posición que ahora ocupa la

estrella polar, aproximadamente. Surge entonces la pregunta ¿Estamos seguros de que todo el cielo gira realmente alrededor de nosotros? ¿Somos tan especiales que estamos justo en el medio de un universo tan grande y profundo? La duda sobre si somos nosotros los que en realidad nos movemos respecto al cielo, siempre surge espontáneamente. El uso de Stellarium puede completar, pero en nuestra opinión, no sustituir la relación directa. Entre las diversas características de este software, recomendamos, por ejemplo, eliminar la atmósfera, darse cuenta que fuera de ella el cielo es negro y anotar con atención en qué constelación se encuentra el Sol durante varios meses, observando el desfase del movimiento del Sol con respecto a las estrellas del zodiaco.

f) *Interpretando las observaciones*

Un juego con el cuerpo permite crear un modelo dinámico, aunque limitado al plano, por lo que se representa la visión de los antiguos: el estudiante-Tierra se detiene en el centro, el estudiante-Sol y el círculo de doce alumnos-constelaciones zodiacales, giran alrededor del estudiante-Tierra para representar la alternancia día-noche. El círculo del sol y la banda de las constelaciones, sin embargo, debe girar a diferentes velocidades para conseguir que por la noche no siempre se vea el mismo cielo desde la Tierra. También esto se logra fácilmente con el juego con el cuerpo.

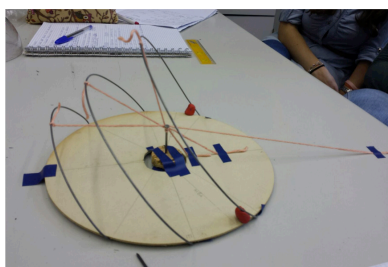


Fig.5a. Un modelo construido por futuros maestros de primaria con base a sus propias observaciones y grabaciones sobre el paraguas transparente (Taller M. Onida abril-mayo, 2016)

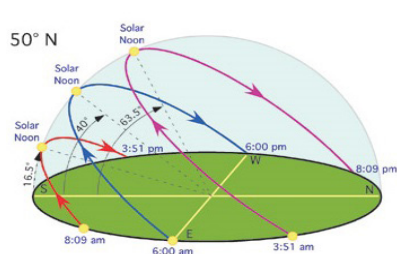
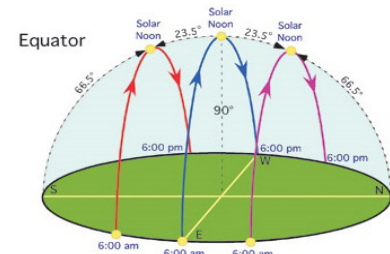


Fig. 5b. Un modelo gráfico. Los tres recorridos corresponden a Solsticios y equinoccios, indican los trópicos y el ecuador en el cielo del lugar del observador: 50° de latitud Norte a la izquierda y al Ecuador (Equator en inglés) a la derecha



Fuente: 5a foto por el conductor del taller M. Onida

5b <https://www.notesfromnoosphere.blogspot.com/2012/05/simple-geometry-of-sun-paths.html>

[282]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 16, No. 2 (may.-ago., 2021), pp. 272-293

Copérnico afirmaba: "Si un observador ve un cuerpo que se mueve, es decir, que ocupa diferentes posiciones en el tiempo con relación con el observador, entonces, tres conclusiones son posibles: se mueve el cuerpo, se mueve el observador, ambas se mueven con movimientos diferentes" Copérnico (1543). Por lo general, los físicos eligen como mejor la situación en la que la descripción matemática es más simple y elegante.

Para dar sentido a esta sentencia que podría ayudar a responder a la cuestión del movimiento relativo de la Tierra y los astros, se puede utilizar siempre el juego con el cuerpo colocando parados, en el centro, el estudiante-Sol y alrededor los doce estudiantes-constelaciones zodiacales. El estudiante-Tierra tiene que desplazarse para obtener tanto la alternancia día/noche que el cambio de las constelaciones cada mes. El juego, a primera vista parece sencillo, pero no es fácil. Muchos estudiantes tienen dificultades para entender cómo moverse. En principio, tratan de mover la Tierra alrededor del Sol para representar la alternancia día /noche, aplicando una supuesta simetría con la rotación del sol alrededor de la Tierra. De la comparación entre los compañeros y con la ayuda de la maestra se llega a la conclusión de que la Tierra requiere, de una parte, un movimiento de rotación alrededor de sí misma, de Oeste a Este para ver el amanecer al Este y el atardecer al Oeste, y de otra parte, de una vuelta alrededor del sol para ver diferentes constelaciones detrás el sol. Se entiende que son dos puntos de vista, cinemáticamente equivalentes, para interpretar los movimientos observados del Sol, la Luna y estrellas sobre la esfera celeste. Las mismas observaciones pueden tener diferentes interpretaciones: la geocéntrica y la heliocéntrica. Aquellos que han presentado problemas, históricamente, son los planetas, pero ahora no estamos acostumbrados a observarlos regularmente y a notar su movimiento errante. Todavía se puede utilizar Stellarium para observar lo que le ocurre por ejemplo a Marte en su fase de movimiento retrógrado. Aun un juego con el cuerpo permite predecir lo que se ve desde la Tierra y lo que ocurre con el Sol con respecto al movimiento de Marte (Lanciano,

2016 p. 177).

De acuerdo con la sugerencia de Copérnico y aun solamente en el nivel cinemático, se llega a la conclusión de que, si fijamos el sistema de referencia en el Sol, los movimientos de todos los planetas son mucho más simples. Por lo tanto, es conveniente tomar el marco heliocéntrico como referencia privilegiada.

5.2. *De la Astronomía a la Física*

No sólo en este momento, sino en varios momentos mientras se realizan las diversas actividades de observación, registro y construcción de modelos, se articula con los estudiantes la necesidad de interpretación. Esto sucede porque epistemológicamente es un plano diferente, pero estrechamente relacionado con los dos primeros, hechos y lenguajes, como afirma Guidoni,

Ayudar en el juego de separar y conectar el plano de la teoría y de la experiencia, también a través del estudio de la evolución del pensamiento científico en la historia humana, es uno de los puntos clave de la enseñanza de la ciencia como cultura y manera de relacionarse con el mundo natural y social que nos rodea. Arcà, Guidoni, Mazzoli (1990)

La duda sobre si podríamos ser nosotros los que se mueven surge espontáneamente, pero acompañada por una solicitud que hacen los niños y que fue propuesta idéntica en la historia, ¿Si nos movemos porque no nos damos cuenta? ¿Porque no hay otras pruebas y percepciones directas de este movimiento? La solución cinemática de Copérnico no fue suficiente. Galileo tuvo que fundar una nueva Mecánica, formular el Principio de inercia y una primera teoría de la Relatividad para responder a esta objeción, Galilei (1638).

La conexión entre el espacio, el tiempo y el movimiento central en la Astronomía de posición asumirá cada vez aspectos más profundos y complejos, pero este tema no lo profundizamos en este nivel, pues no hace parte de este escrito la teoría de la gravitación y el estudio de los sistemas mecánicos con dos o más cuerpos, de Newton a Einstein y a los estudios más recientes de la gravedad cuántica.

Rovelli (2016)

Como hemos demostrado la interacción entre la Astronomía de posición y la Física del movimiento esta imbricada y permite dar sentido a muchas ideas de la cinemática y la dinámica que en las presentaciones tradicionales no están justificadas y resultan incomprensibles. En consecuencia, introducimos dos grandes ideas que son la base de nuestra progresión de aprendizaje y meta de nuestro camino longitudinal: no tiene sentido hablar de movimiento sin especificar el observador, el sistema de referencia; cualquier movimiento tiene que ser observado (es "aparente") y no hay marcos de referencia privilegiados y absolutos en el espacio. Además de otras ideas mecánicas como: las formas básicas de movimiento: rotación y traslación, vistas en Gagliardi & Giordano (2015); gravedad y peso estudiadas en Stein, Galili, Shur (2015); etc. más ideas fundamentales de la Física son necesarias para dar sentido a las observaciones astronómicas.

Arato de Soli (1 siglo A.C.) decía que "la noche es la sombra de la Tierra ". Para entender las observaciones y representaciones astronómicas necesitamos algunas ideas sobre luz y sombra: la luz es un ente que sale de las fuentes y se propaga (rectilíneamente) en el espacio; la luz le permite ver, pero no se ve

en su propagación, Viennot (2002); luz y sombra son sólidos, parte del espacio tridimensional; no se ven los límites de los haces de luz/sombra, solo se ven las secciones de estos espacios, las figuras de luz y sombra (la luz se ve cuando se apoya dice una niña); es importante si la fuente esta lejos (hasta el infinito) o cerca al objeto iluminado. Resulta fundamental el desarrollo de actividades prácticas para construir modelos sobre luz y sombra y la idea de rayo en el caso de la luz. El rayo es un modelo, no es algo concreto, pero se puede representar con hilos, cuerdas, brazos, como se observa en las Figuras 6a, 6b y 6c.

5.3. El marco geocéntrico global: la vista desde la Tierra

Como hemos visto en la primera fase, las observaciones desde un punto determinado de la Tierra permiten construir la idea de eje de rotación del cielo, de plano y circulo del ecuador celeste. Los registros en el observatorio cilíndrico y en el observatorio esférico muestran que a lo largo de un año la trayectoria del Sol en el cielo pasa del Norte al Sur del ecuador. ¿Qué es lo que pasa en otras partes de la tierra? ¿Qué es lo que permanece igual y lo que va cambiando?



Fig. 6a. Sombras paralelas por rayos paralelos de fuente distante representados con los brazos.



Fig. 6b. Hilos que representan los rayos del sol en diferentes momentos del día y su inclinación con respecto al plano horizontal (ángulo de la altura del sol sobre el horizonte) y longitud de las sombras en el plano

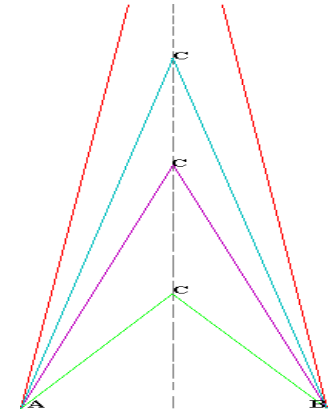


Fig. 6c. Un modelo para interpretar el paralelismo de los brazos que apuntan un objeto distante. Los ángulos en la base del triángulo están aumentando progresivamente hasta 90° y los lados del triángulo tienden a hacerse paralelos cuando el vértice C se aleja de la base AB

Fuente: 6^a Curso de formación de profesores Senis Modelo y foto del autor 6c Modelo grafico por estudiantes de Colegio

[284]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 16, No. 2 (may.-ago., 2021), pp. 272-293

La segunda fase tiene como objetivo dar respuesta a estas preguntas, siempre con la participación activa de los estudiantes en el diseño, la construcción y el uso de modelos y de herramientas para pasar a considerar la Tierra en su totalidad. A continuación, describimos las principales actividades de la segunda fase,

- g) La forma de la Tierra
- h) De un modelo a una herramienta: el globo terráqueo "paralelo" (GTP)
- i) Uso de modelos

Ejemplos

- g) La forma de la Tierra: reconciliar Tierra plana y Tierra esférica

Vivimos en una tierra que parece plana y firme, pero nos hablan de una Tierra esférica y en movimiento. En cuanto al movimiento, todo el trabajo de observación y las interpretaciones donde llegamos en la primera fase, han iniciado el camino hacia la posible solución de la contradicción entre lo que vemos y lo que aprendemos. En cuanto a la forma, es muy difícil tener una experiencia directa de la forma de la Tierra en su totalidad. Se pueden repetir algunas de las observaciones históricas que llevaron a esta idea, Rogers (1960) a través de películas de barcos que en el mar van hacia el horizonte y desaparecen gradualmente, o la imagen de la forma de la sombra de la Tierra sobre la Luna durante un eclipse lunar. Más recientemente tenemos fotos de la Tierra, tomadas por astronautas o satélites, desde la Luna y desde la estación espacial ISS. En general asumimos, este conocimiento y su representación a través de un modelo muy popular, el globo terráqueo.

Investigamos cómo los niños y los adultos usan la información obtenida de este modelo. Los informes de la literatura indican, en grupos de menores de edad, la presencia de un modelo así llamado dual. En la imaginación de estos niños coexistirían dos

Tierras simultáneamente: una Tierra bajo nuestros pies y una en el espacio, Vosniadou, Brewer (1992). Nuestra experiencia de investigación nos lleva a decir que este modelo, de alguna manera, se mantiene, no se supera. Es una solución a la contradicción entre lo que vemos y lo que nos enseñan, que quizás todo el mundo ha imaginado y que aún permanece implícita en muchos de nosotros. No parece que la Tierra esférica que se imagina en rotación alrededor del sol sea relacionada con la parte plana de la misma en la que vivimos, y en la Tierra cósmica sustancialmente no se visualizan habitantes.

Al mismo tiempo, el modelo de Tierra esférica en el espacio exterior coexiste con la idea de alto/bajo, horizontal/vertical absolutos.

Proponemos entonces que en la transición de la visión local a la heliocéntrica tradicional se inserte un paso intermedio que nos permita combinar las observaciones locales con las de la Tierra en su totalidad.

- h) De un modelo a una herramienta: el globo terráqueo "paralelo" (GTP)

Para saber lo que sucede en otros lugares de la Tierra son posibles varias estrategias complementarias. Una de ellas es intercambiar información directamente con estudiantes de otros lugares de la Tierra. Otra, es a través de herramientas y modelos dinámicos que hasta ahora hemos considerado estáticos como el paraguas o la esfera transparente. La tercera, al que vamos a dedicar más espacio, es el uso de un globo terráqueo liberado de su soporte tradicional, libre de tomar, en las manos del espectador, una posición homotética a la de la tierra bajo sus pies.

El sol culmina sobre el horizonte local⁵ al medio día solar verdadero. Dependiendo de la latitud del lugar siempre culmina hacia el Sur (a Milán), siempre culmina hacia el Norte (a Esquel, Patagonia, Argentina), o ambos al Norte y al Sur (a Cali por ejemplo

5 Excepto que los Polos.



Fig.7a. Recorridos del Sol a Milán o en Patagonia (a los dos lados del disco en cartón)

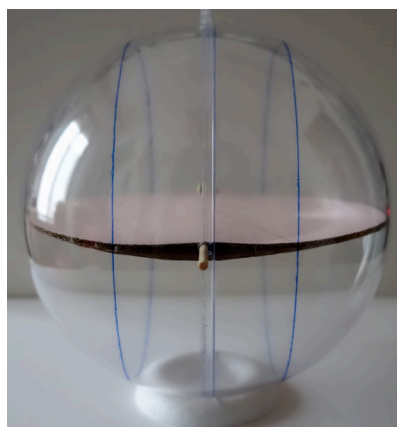


Fig.7b. al Ecuador

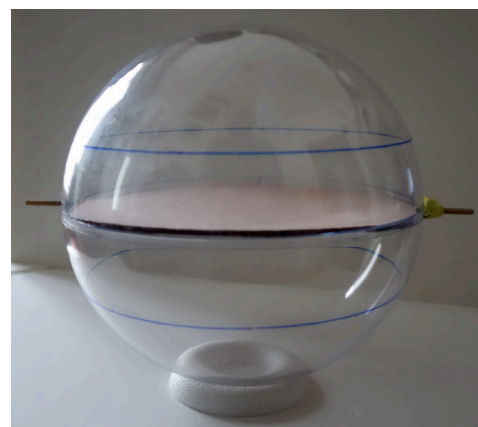


Fig. 7c. Es posible observar la singularidad de los Polos, donde el sol cuando es visible no sale y no se pone, sino sigue trayectorias paralelas al plano del horizonte.

Fuente: Modelos y fotos por el autor.

y entre los dos trópicos donde uno o dos días el año está en la cabeza del observador). Esto se puede imaginar utilizando los modelos como la sombrilla transparente o la esfera de plexiglás, extensión de la sombrilla de plástico, cambiando la inclinación del plano del observador (disco en papel) bajo la esfera celeste entera, como se observa en las Figuras 7a, 7b y 7c. Los tres círculos dibujados en la esfera de plexiglás son los caminos del sol en los días de los solsticios y equinoccios.

Y se puede confirmar haciendo un intercambio entre clases de países en diferentes latitudes.

Esto también se puede ver en la pantalla del

ordenador, usando Stellarium que simula el cielo que se observa desde diferentes lugares de la Tierra. Pero se puede experimentar directamente con la herramienta que llamamos "globo terráqueo paralelo (GTP)"⁶. El GTP permite observar desde un punto de la Tierra lo que ocurre en otros lugares y lo que ocurre a la Tierra completa.

El GTP es un globo terráqueo convencional (comercial):

⁶ Más detalles se pueden encontrar en Lanciano (2019), en el artículo de Rossi et al (2015) y en el sitio www.globolocal.net



Fig.8a. Globo inflable sin soporte tradicional



Fig. 8b. Globo Terráqueo Paralelo en Medellín, puesto al sol.

Fuente: Fotos por el autor al Norte de Italia y en el Parque Explora en Medellín.

1) Liberado del soporte fijo en el que está sujeto. Fig.8a.

2) Colocado de modo que su ciudad o lugar de observación se ubique en el punto "más alto" del planeta, Fig.8b.

3) Puesto al Sol cuidando de que las direcciones coincidan, el polo norte hacia el norte, y viceversa, el polo sur del GTP hacia el sur, dependiendo de la latitud del lugar de observación, la dirección en que se halle el eje del planeta se oriente en la dirección Norte/Sur del lugar. Ver Fig.9.

Usando un poco de material adhesivo (como la plastilina), se pueden fijar unos palitos (clavos o alfileres) perpendiculares a la superficie del globo a lo largo del ecuador, los trópicos, meridiano y paralelo del observador, etc. Así, se visualiza bien que estamos pegados a la tierra por la gravedad (aquí representada por la plastilina), nuestra cabeza siempre está "arriba", donde sea que estemos, y nuestros pies siempre están "abajo". Cada palito representa una persona de pie sobre la tierra en la posición vertical en su lugar.

Si la posición y orientación del globo se toman fijos, en el día el globo está iluminado por el Sol como ocurre en la propia Tierra y los palos son iluminados por el Sol igual que los gnómones verticales locales.



Fig. 9. Utilizando un transportador en la base donde está clavada la varilla que porta la esfera, se puede comprobar que el ángulo de su "inclinación" respecto al plano horizontal, corresponde al de la latitud geográfica del lugar ubicado por encima del globo. En el caso de Milán 45° N. Fuente: Foto por el autor de un globo paralelo de la Universidad de Milano-Bicocca.

Una vez que se orienta el globo paralelo al exterior: el palito que representa el observador es paralelo a la dirección de la posición del observador; el plano tangente al globo en la posición del observador es paralelo a su plano horizontal; el eje del globo es paralelo al de la Tierra. Por estas razones llamamos el instrumento Globo terráqueo paralelo.⁷

Sugerimos observar el GTP al menos a lo largo de los días de equinoccio y solsticio y tres veces al día: antes, durante y después del mediodía solar local. El modelo se transforma en un instrumento que se puede utilizar mirando a dos variables: la posición del círculo terminador (entre luz y sombra) que corta la superficie del globo y el patrón de sombras de los palitos. En el primer caso, estamos mirando a la Tierra como un todo. En el segundo, la atención se centra en las condiciones particulares de algunos puntos de su superficie.

Analizando la evolución temporal de las variables, podemos obtener información sobre los cambios de los hemisferios⁸ iluminados y los cambios del recorrido del sol en diferentes latitudes. La observación instantánea del globo paralelo permite identificar los lugares en los que actualmente es de día o de noche y donde se acaba ocurriendo la transición de la noche al día o del día a la noche. También ofrece la oportunidad de obtener simultáneamente información acerca de la posición del Sol a lo largo de los paralelos o los meridianos.

En particular, permite buscar donde es mediodía solar (sombras a lo largo del meridiano) inferir como la longitud de la sombra y por lo tanto la inclinación de los rayos solares va cambiando por efecto de la diferente posición de los horizontes locales (planos tangentes a la esfera) en función de la latitud. El palito que no tiene sombra permite buscar los

⁷ Matemáticamente, sería más correcto decir que el globo y la Tierra son homotéticas.

⁸ En la aproximación perceptiva el haz de luz que viene del Sol consiste en rayos prácticamente paralelos (un cilindro de luz) y se puede considerar que la parte de la Tierra iluminada es siempre media esfera. La desviación del paralelismo de 0,5 da lugar a una iluminación de la Tierra ligeramente mayor de la mitad, efecto que puede ser incluso más evidente en el GTP^o (hay que imaginar conos de luz con un ángulo de vértice de medio grado). En la escala astronómica que incluye, por ejemplo, la Luna y los eclipses, el hecho de aproximar el haz de luz solar con un cilindro ya no es aceptable.



Fig. 10 a y 10 b. Fotos desde el Norte por la tarde y desde el Sur en la mañana del solsticio de junio de un GTP en el Jardín Astronómico de Giocheria Laboratori cerca de Milan. Nótese el terminador prácticamente tangente a los círculos polares ártico y antártico. Las sombras de los palitos van hacia el oeste donde es mañana. Fuente: Fotos por el autor en el Jardín astronómico de Giocheria laboratori.

lugares donde el Sol está actualmente culminando en el Zenit. Estos se encuentran en el ecuador en los días de los equinoccios, en los trópicos en los días de solsticio. En otros días pueden tener el sol en la cabeza sólo palitos colocados entre los dos trópicos. Por lo tanto, la radiación solar es perpendicular al Trópico de Cáncer en junio, llega de forma perpendicular al ecuador en los equinoccios y al Trópico de Capricornio en el solsticio de diciembre. El sol pasa de Norte a Sur del ecuador como prevé la esfera de plexiglás. Se puede buscar la duración del

día en una cierta latitud desde la parte iluminada de su paralelo y notar que en algunos lugares (Norte y Sur de los trópicos) esta variación es grande. En la zona tropical es mucho menor. El círculo terminador siempre corta el ecuador en la mitad.

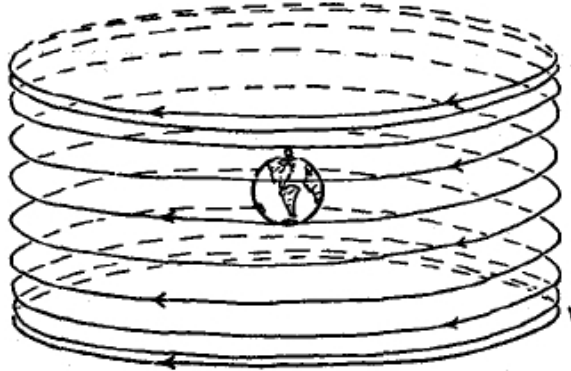


Fig. 11 a. La espiral de círculos del sol en un semestre (Rogers, 1960, p. 215) El Polo Norte está arriba en el dibujo.

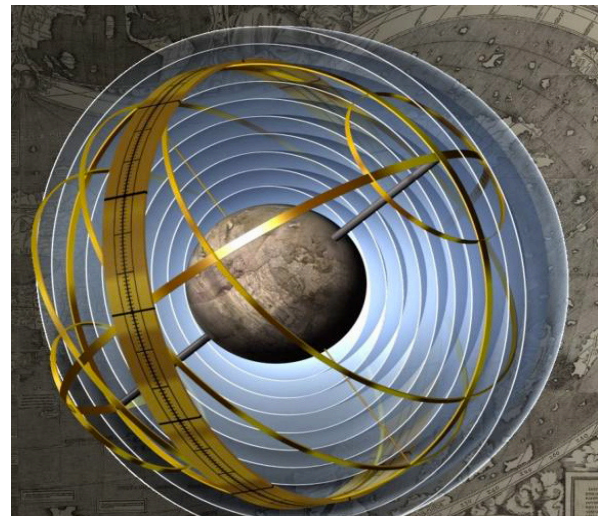


Fig. 11 b. Esfera de Waldseemüller (1507) sitio web del Museo Galileo en Florencia. En la esfera celeste alrededor de la Tierra los círculos delgados representan los círculos celestes correspondientes a los círculos polares, los trópicos y el ecuador. La banda más ancha representa la banda del zodiaco y la trayectoria anual del sol entre las estrellas.

Fuente: 11a Rogers, 1960, p. 215

11b <https://mostre.museogalileo.it/waldseemuller/iwal.php?c%5B%5D=55316>

La posición del círculo terminador indica la estación: pasa a través de los dos polos en los días de los equinoccios y es tangente al círculo polar ártico y al antártico en los dos solsticios. Podemos imaginar que en un semestre el Sol alrededor de la Tierra recorre una trayectoria helicoidal al pasar de un círculo paralelo al plano que contiene el Trópico de Cáncer hasta el que contiene el Trópico de Capricornio pasando de Norte a Sur del plano ecuatorial, ver Fig. 11a. El recorrido por el Sol, en un semestre, sugiere imaginar la órbita anual del Sol en un plano (de la eclíptica) inclinado con respecto al eje de rotación del cielo, ver Fig. 11b.

El marco de referencia heliocéntrico: la vista desde el sol

A la esfera del Sol, la Luna y las estrellas, los antiguos trataron de añadir las esferas planetarias, pero su movimiento errante fue difícil de conciliar con la representación a través de círculos y esferas, en aquel momento, las únicas figuras consideradas dignas de representar la perfección de los cielos. La representación se volvió más y más compleja con esferas que se deslizan sobre esferas y otras esferas. Con Copérnico y Galileo surge la necesidad de un cambio de marco de referencia y empieza la revolución copernicana.

En la tercera fase nuestro recorrido también propone cambiar la perspectiva de geocéntrica a heliocéntrica, en consonancia con las razones interpretativas ya descritas en la fase 1. Pero tenemos que llegar a una visión heliocéntrica consistente con la conclusión de que no hay direcciones absolutas o preferentes en el espacio y con la visión de la Tierra por el GTP. Por lo tanto, son importantes algunos cambios en la enseñanza tradicional.

Tradicionalmente la eclíptica siempre se representa con el Norte arriba y con la Tierra que gira en sentido anti-horario alrededor del Sol. Esta representación supuestamente universal es la visión desde el Norte y transmite no solo una visión científica sino una visión política y económica, consistente con la supremacía histórica de algunos países del hemisferio

Norte sobre los ecuatoriales y del hemisferio Sur.

Ya aprendimos que no hay horizontal/vertical en el espacio, ni arriba / abajo, ni derecha / izquierda. Entendimos que el plano de la eclíptica, que contiene la órbita anual de la Tierra y todos los planetas más grandes alrededor del Sol, debe estar inclinado con respecto al eje de rotación de la Tierra. Pero no tiene sentido pensar que estos se encuentran en una posición particular en el espacio.

Si se deja a los estudiantes libres de construir sus propias representaciones, la visión tradicional revisitada emerge de forma espontánea. Encontramos, por ejemplo, que un niño de 13 años, con una gran habilidad para representar esta situación en el espacio, propuso una representación dinámica utilizando objetos y su cuerpo.

Sosteniendo en una mano el globo con el eje según la vertical local la deslizó en una órbita circular inclinada en relación al eje Norte/Sur del globo con el Sol al centro. Así, muy fácilmente se visualizaba que el Sol debe pasar de estar al Sur del ecuador, a estar justo a su nivel y luego a estar al Norte del ecuador. Para el estudiante su modelo, sustancialmente idéntico a la representación tradicional, fue mucho más efectiva para representar su conocimiento y bastante convincente para los demás estudiantes. (fig.12) Todos podemos imaginar la Tierra en el espacio inclinada como queremos, por ejemplo, homotética a la que está bajo nuestros pies, con nosotros encima al mundo.

A continuación, se puede mostrar la posición del eje con respecto a nosotros (inclinada de un ángulo igual a nuestra latitud con respecto a la dirección horizontal local) y, finalmente, representar el plano de la eclíptica inclinado en el espacio con respecto a este eje.

5.5. Es necesario un tiempo largo

Las prácticas realizadas tanto en la historia como en

la trayectoria educativa que sugerimos, son experimentadas por los estudiantes como protagonistas, si se deja un largo tiempo para observar, construir modelos interpretativos, formular sus propias teorías, compararlas con las de los demás y con los hechos conocidos, predecir hechos todavía no observados, argumentar a favor de una interpretación u otra.

En un solo nivel de la escuela todo esto sería imposible, pero durante un período de tiempo largo, a través de diferentes niveles escolares, esto puede y debe ser parte de la educación científica y la cívica. En la formación de los docentes les ofrecemos seguir, incluso en un tiempo corto y muy concentrado, el mismo camino que se espera llevarán cuando enseñen en educación básica y secundaria (estudiantes de 3 a 11 años).

Muchos de nuestros estudiantes universitarios, maestros en formación, llegaron activamente a descubrimientos personales de nociones que ya habían estudiado como abstractas en los grados de la escuela anterior. Por ejemplo, construyendo modelos para representar el haz de rayos paralelos que siempre alcanzan la Tierra (de la misma manera en diferentes puntos de su órbita correspondientes a diferentes épocas del año) se dieron cuenta que, para reproducir los cambios de iluminación de la Tierra observados con el GTP, el eje de rotación de

la Tierra debe apuntar siempre hacia el mismo punto en el espacio. Y llegaron a una interpretación de las estaciones muy diferentes a la inicial en términos de distancias/cercanías. Ver Fig. 12 y 13.

Los resultados en estos años han sido todos muy positivos. Sin embargo, dado que nunca se probó todo el camino con un núcleo estable de estudiantes durante un largo número de años, no podemos hablar realmente de evaluación de la efectividad de nuestra propuesta.

6. Conclusiones y perspectivas

A pesar de la exposición bastante detallada en algunas secciones del presente artículo no fue posible hacer frente a algunos de los aspectos importantes de la Astronomía del sistema solar como la Luna o los Planetas.

La propuesta, al menos en términos generales, no es una secuencia definida a seguir linealmente en pasos consecutivos. Se debe entender como un corredor conceptual bastante amplio dentro del cual diferentes trayectorias son posibles. Confrey (2006) Eligiendo los puntos principales de contenido y método, cognitivos y meta-cognitivos, emocionales y sociales, cada maestro/a puede usar este corredor teórico para diseñar su propia trayectoria de enseñanza y para conducir a los estudiantes a construir

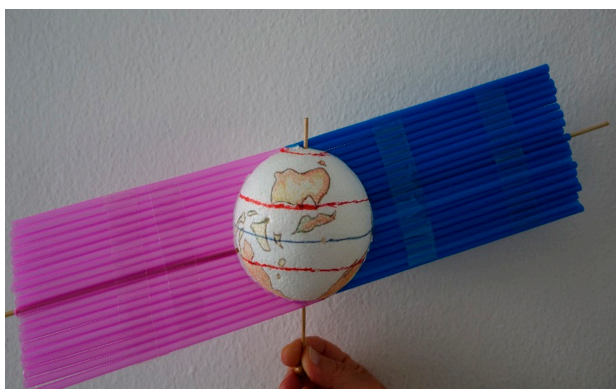


Fig. 12a. Un modelo que visualiza la inclinación recíproca del eje de la Tierra y del plano de la radiación solar. La pajita central del haz azul (a la izquierda) es perpendicular al trópico de Capricornio, la roja (a la derecha) al trópico de Cáncer.

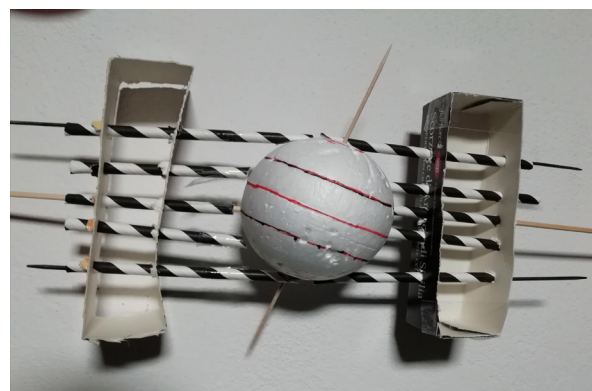


Fig. 12b. La Visión geocéntrica se puede orientar como estamos acostumbrados, con el eje de la Tierra inclinado por respecto a la radiación solar representada horizontalmente (plano de la eclíptica)

Fuente: Foto por el autor de globos y círculos dibujados por futuras maestras de Primaria

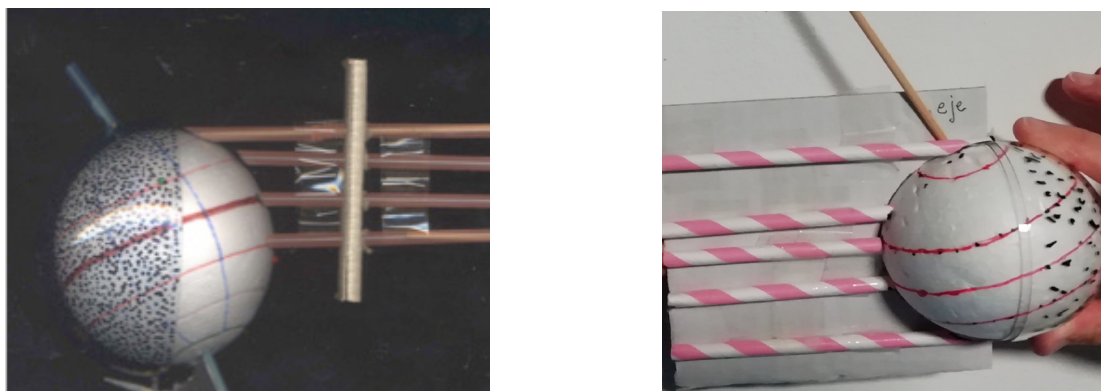


Fig. 13 a y 13 b. Modelo que representa como llega la luz solar en los días de los solsticios y que diferentes mitades de la esfera están iluminadas. La vista heliocéntrica tradicional se obtiene imaginando colocar dos modelos geocéntricos uno al lado del otro y el sol en la parte central. El mismo modelo vale para el Norte como para el Sur, invirtiendo imágenes y estaciones. Fuente: Modelos por una futura maestra de Primaria (R. Esposito) para su examen de Didáctica de la Astronomía.

su propio camino de aprendizaje. Estas trayectorias deben tocar los puntos clave elegidos y quizás indicar que otros, imprevistos, son fundamentales para una comprensión significativa de los estudiantes. Por último, nos disculpamos por haber solamente hecho alusión a cómo podemos adaptar a la zona ecuatorial algunas de las actividades diseñadas para Milán y Roma o para la Argentina y la Patagonia en particular, que son casi a la misma latitud, aunque, respectivamente Norte y Sur. Esperamos que pronto investigadores y estudiantes de estas áreas puedan contribuir a enriquecer observaciones y herramientas útiles para su punto de vista geográfico y cultural.

Agradecimientos

Gracias a todos los estudiantes y sus profesores, los maestros en formación y los conductores de talleres dedicados a ellos. Sería imposible nombrarlos a todos, pero un agradecimiento especial a Monica Onida, Sabrina Rossi y Marco Testa, infatigables colaboradores. Gracias al grupo de Pedagogía del Cielo del MCE (Movimiento de cooperación educativa) con que se realizaron también muchas experiencias de campo. Un agradecimiento especial a Olga Lucía Castiblanco Abril por su invaluable trabajo en la revisión del texto.

6. Referencias

- ARCÀ M.; GUIDONI P.& MAZZOLI P. (1990) Enseñar Ciencias. Grupo Planeta (GBS).
- BAILEY J. M.& SLATER T. F. (2004) A review of Astronomy Education Review. *The Astronomy Education Review*, Issue 2, Volume 2, pp.20-45.
- CAMINO, N. (2011). La didactica de la astronomia como campo de investigacion e innovacion educativas. I Simpósio Nacional de Educação Em Astronomia – Rio de Janeiro, 1–13.
- CAMINO, N. & TERMINIELLO, C. (2014) Escolas a céu aberto: experiências possíveis sobre Didática da Astronomia em escolas públicas. *Ensino de Astronomia na escola: concepções, ideias e práticas*. Uberlândia/MG-Brasil: EDUFU pp. 423-442
- CAMINO, N.; NARDI, R.; PEDREROS, R.; GARCIA, E.; CASTIBLANCO, O. (2016) Retos de la enseñanza de la Astronomía en Latinoamérica. Editorial. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. Vol. 11, No. 1 (ene-jun 2016). pp 5-6.
- CAMINO, N (2018) Reflexiones sobre la enseñanza de la Astronomía *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* Vol. 13, No. 2 (jul-dic 2018), pp. 193-194
- CANDAMIL N. M. & ROMERO-CHACON A. E.

- (2019) La enseñanza de la Astronomía como medio para articular la formación científica y la formación ciudadana: una propuesta fundamentada en reflexiones metacientíficas *Revista Científica*, Numero especial BOGOTÁ, D.C.
- CLEMENT J.; BROWN D.E. & ZIETSMAN (1989) Not all preconceptions are misconceptions: finding “anchoring conceptions” for grounding instruction on students’ intuitions *International Journal of Science Education* V. 11, special edition, 554-565
- CONFREY, J. (2006) The evolution of design studies as methodology in Sawyer K. Ed. *The Cambridge Handbook of The Learning Sciences*, Cambridge University Press.
- COPERNICO, N. (1543) *De revolutionibus orbium coelestium*, I, cap. V
- DiSESSA A. A. (1988). Knowledge in pieces. In: Forman G., Pufall P. (Eds.). *Constructivism in the computer age*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. 49-70.
- GAGLIARDI, M. & Giordano (2004). Luce e Visione. Material online, Disponible en (<http://www.didascienze.formazione.unimib.it/Lucevisione/libretto.pdf>)
- GAGLIARDI, M. & Giordano (2015) *Metodi e strumenti per l'insegnamento e l'apprendimento della Física*. Edises, Napoli.
- GALILEO (1638). *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*.
- GUATAQUIRÁ, J.E. & CASTIBLANCO, O.L. (2020) ¿Qué imaginarios tienen los niños sobre los cuerpos dentro y fuera del sistema solar y sus efectos en la Tierra? *Scientia et Technica* Año XXV, v.25, n.02.
- GUIDONI, P. & LEVRINI, O. (2008) *Approcci e proposte per l'insegnamento-apprendimento della fisica a livello pre-universitario dal Progetto PRINF21*. Forum Edizione.
- LANCIANO, N. (1989) Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. v 7 (2), 173-182
- LANCIANO, N. (2014) A complexidade e a dialética de um ponto de vista local e de um ponto de vista global em Astronomia. *Ensino de Astronomia na escola: concepções, ideias e práticas*, Uberlândia: EDUFU—Editora da Universidade Federal de Uberlândia pp 167–193
- LANCIANO, N. (2014) *Ensino de Astronomia na Escola* Editora Átomo (Campinas) vol. 1, p 25.
- LANCIANO, N. (2019) *Strumenti per il Giardino del cielo*, Asterios y ediciones previas.
- LELLIOTT, A. & ROLLNICK, M. (2010) Big ideas: a review of astronomy education research 1974–2008, *Int. J. Sci. Educ.* 32, 1771–99
- LEVRINI, O.; ALTAMORE, A.; BALZANO, E.; BERTOZZI, E.; GAGLIARDI, M.; GIORDANO, E.; GUIDONI, P.; RINAUDO, G.; TARSITANI, C. (2009). Looking at the physics curriculum in terms of framing ideas. *Proc. GIREP—MPTL*, Nicosia, Cyprus, 18–22 August 2008
- NARDI R.; FERNANDES TC; LANCIANO N. (2020) Research about the adaptation process of Astronomy didactic material – the Diary of Sky – from the context of the Northern Hemisphere to the Southern Hemisphere. *International Conference on Physics Education (ICPE) 2018*, J. Phys.: Conf. Ser. 1512 012034
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington D.C.: National Academies Press.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington D.C.: National Academies Press
- OSPINA, W. (2006). *La escuela de la noche - Reflexiones sobre la educación en Conformación de un nuevo ethos cultural* - Ed. Charlie´s -Bogotá.
- PADALKAR, S. & RAMADAS, J. (2007) Modeling the round Earth through diagrams *Astron. Educ. Rev.* 6 54–74
- PIRAGUA L. (2015) *El verdadero tesoro de la escuela*, Tesis Doctoral no publicada, Milano-Bicocca
- PLUMMER, J. D. (2012) Challenges in Defining and Validating an Astronomy Learning Progression. In: ALONZO A. WENT, G. A. (Eds). *Learning Progressions in Science. Current Challenges and*

- Future Directions. Springer, New York.
- PSSC (1956) Physical Science Study Committee-Massachusetts Institute of Tec. Boston Marcos de referencia https://www.youtube.com/watch?v=W2QU_WSaZhM
- ROGERS, E. M. (1960) Physics for the Enquiring Mind. University Press, Oxford, Princeton <https://ia801408.us.archive.org/22/items/PhysicsForTheEnquiringMind/Rogers-PhysicsForTheEnquiringMind.pdf>
- ROSSI, S.; GIORDANO, E.; LANCIANO, N. (2015) The parallel globe: A powerful instrument to perform investigations of Earth's illumination. Physics Education. V 50(1), 32-41
- ROSSI, S.; GIORDANO, E.; LANCIANO, N. (2016) The "Sky on Earth" Project: A Synergy between Formal and Informal Astronomy Education. Physics Education, V 51 (5) 055003
- ROVELLI C. (2015) La realidad no es lo que parece: La estructura elemental de las cosas Tusquets Editores, Barcelona.
- STEIN, H.; GALILI, I.; SCHUR, Y. (2015). Teaching a new conceptual framework of weight and gravitation in middle school. Journal of Research in Science Teaching, 52(9), 1234-1268.
- VIENNOT, L. (2002) Enseigner la Physique, Bruxelles: De Boeck.
- VOSNIADOU, S.; BREWER, W.F. (1992) Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. Cognitive psychology. V24 (4), 535-585
- WALDSEEMÜLLER UNIVERSALIS COSMOGRAPHIA (1507) Disponible en (<http://mostre.museogalileo.it/waldseemuller>)





A METODOLOGIA ATIVA POGIL PARA A COMPREENSÃO CONCEITUAL DO EQUILÍBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO

THE ACTIVE METHODOLOGY POGIL FOR THE CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF CHEMICAL EQUILIBRIUM IN HIGH SCHOOL

LA METODOLOGÍA ACTIVA POGIL PARA EL ENTENDIMIENTO CONCEPTUAL DEL EQUILIBRIO QUÍMICO EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

Luiz Fernando Pereira*, Marcia Teixeira Barroso**,

Fernando José Volpi Eusébio de Oliveira***

Cómo citar este artículo: Pereira, L. F.; Barroso, M. T.; Oliveira, F. J. V. E. (2021). A metodologia ativa POGIL para a compreensão conceitual do equilíbrio químico no ensino médio. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 294-311. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16246>

Resumo

O equilíbrio químico é aludido pela literatura como um dos temas mais difíceis de ser abordado no ensino médio. As dificuldades inerentes à compreensão conceitual do equilíbrio químico têm sido objeto de investigação de diversos pesquisadores, nos mais variados contextos. Analisamos aqui os resultados de uma intervenção pedagógica fundamentada na metodologia ativa de ensino POGIL – Process Oriented Guided Inquiry Learning e o seu impacto na construção de conceitos científicos relacionados ao equilíbrio químico, com ênfase nos aspectos dinâmicos e reacionais. A intervenção, caracterizada como pesquisa qualitativa, foi realizada com estudantes de uma escola estadual pública do Brasil e mediada por um aluno de mestrado profissional. Utilizou-se como método de coleta de dados a observação participante e como método de análise de dados a análise de conteúdo. Os resultados foram avaliados por meio da triangulação de dados entre os instrumentos de coleta da pesquisa: atividades POGIL, avaliação de aprendizagem, questionários e notas de campo. Analisamos na perspectiva do sócio interacionismo e constatamos que os estudantes se tornaram mais participativos durante a aplicação da metodologia POGIL, e em sua maioria foram capazes de melhorar a compreensão dos conceitos científicos relacionados a uma reação química no estado de equilíbrio.

Palavras Chave: POGIL. Equilíbrio Químico. Metodologia de ensino. Ensino de química. Sociointeracionismo.

Recibido: 30 de noviembre de 2020; aprobado: 09 de abril de 2021

* Mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: luizfernandoifrn@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2247-3717>

** Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-Mail: barrosomarcia1996@yahoo.com.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9716-7015>

*** Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-Mail: fvolpi.iqufrn@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2811-8433>

Abstract

Chemical equilibrium is alluded to in the literature as one of the most difficult topics to be taught in High School. The inherent nature of the conceptual understanding of the chemical equilibrium has been the focus of the investigation by several researchers, in a wide variety of contexts. We analyzed the results of a pedagogical intervention based on the active teaching methodology POGIL - Process Oriented Guided Inquiry Learning - and its impact on the construction of scientific concepts related to chemical equilibrium, with emphasis on dynamic and reaction aspects. The intervention, characterized as qualitative research, was carried out with students from a public state school in Brazil and mediated by a professional master's student. Participant observation was used as a data collection method and content analysis as an interpretative data analysis method. The results were evaluated through data triangulation among the research collection instruments: POGIL activities, pedagogical tests learning assessment, questionnaires, and field notes. We analyzed it from the perspective of socio-interactionism and found that students became more participative during the application of the POGIL methodology, and most of them were able to improve their understanding of the scientific concepts related to a chemical reaction in the equilibrium state.

Keywords: POGIL. Chemical Equilibrium. Teaching methodology. Chemistry teaching. Socio-interacionism.

Resumen

El equilibrio químico se menciona en la literatura como uno de los temas más difíciles de ser comprendidos en la educación media. Las dificultades inherentes a la comprensión conceptual del equilibrio químico han sido objeto de investigación por parte de varios investigadores, en los contextos más variados. Analizamos los resultados de una intervención pedagógica basada en la metodología de enseñanza activa POGIL: Process Oriented Guided Inquiry Learning y su impacto en la construcción de conceptos científicos relacionados con el equilibrio químico, con énfasis en aspectos dinámicos y de reacción. La intervención, caracterizada como investigación cualitativa, se llevó a cabo con estudiantes de una escuela pública estatal en Brasil y fue mediada por un estudiante de maestría profesional. Como método de toma de datos se utilizó la observación participante y como método de análisis de datos acudimos al análisis de contenido. Los resultados se evaluaron mediante triangulación de datos entre los diversos instrumentos utilizados: actividades POGIL, evaluación del aprendizaje, cuestionarios y notas de campo. Lo analizamos desde la perspectiva del socio interaccionismo y encontramos que los estudiantes se volvieron más participativos durante la aplicación de la metodología POGIL, y la mayoría de ellos mejoraron su comprensión de los conceptos científicos relacionados con una reacción química en estado de equilibrio.

Palabras clave: POGIL. Equilibrio Químico. Metodología de enseñanza. Enseñanza de la Química. Socio interaccionismo.

1. Introdução

O equilíbrio químico (EQ) é um tema importante para o estudo da química e apresenta transversalidade com outros de igual importância, tais como reações químicas e a termoquímica. Mas, o que as pesquisas em ensino de química têm apresentado é que o EQ é um tema complexo para o processo de ensino/aprendizagem, provavelmente pelo seu caráter abstrato, o que traz dificuldades de entendimento, sendo assim classificado como o conceito mais difícil para os estudantes compreenderem (HUDDLE, WHITE, 2000). Assim, o ensino do EQ é um grande desafio para professores de química (EILKS, GULACAR, 2016).

De fato, o desinteresse demonstrado pelos estudantes quando o tema é apresentado em sala de aula, bem como os resultados insatisfatórios em avaliações, atestam as dificuldades intrínsecas ao EQ. Ghirardi et al. (2015) citam aspectos que foram revisados também por vários autores e sintetizam as principais dificuldades conceituais e entendimentos equivocados dos estudantes referentes ao EQ. Dentre esses, os autores destacam: o fato de os estudantes não conseguirem diferenciar transformações químicas completas das incompletas; o entendimento de que a reação inversa inicia-se apenas quando a reação direta termina; dificuldade em compreender a natureza dinâmica do equilíbrio; e ainda dificuldades no entendimento de que reagentes e produtos coexistem no mesmo meio reacional. Martínez-Grau, Solaz-Portolés e Sanjosé (2014) afirmam que os erros conceituais dos estudantes estão relacionados: ao conceito de equilíbrio químico; a interpretação da dupla seta da equação química; ao efeito de perturbações no estado de equilíbrio; e por fim, ao uso de catalisador.

Muitas são, portanto, as dificuldades relacionadas

ao entendimento do EQ. Dentre essas, as que têm sido mais reportadas relacionam-se à dificuldade em compreender que, no EQ, a reação química continua a ocorrer, com reagentes formando produtos, e produtos decompondo-se em reagentes, com taxas de desenvolvimento iguais e concentrações constantes (aspecto dinâmico do equilíbrio); e à falta de entendimento de que reagentes e produtos coexistem no mesmo meio reacional.

Importante destacar que além das dificuldades relacionadas ao EQ, muito se tem pesquisado sobre o que tem ocasionado esses problemas para o entendimento de alguns aspectos desse tema. A maioria dos obstáculos aparecem relacionados a forma como o conteúdo tem sido ministrado em sala de aula. A ênfase em aspectos quantitativos (MACHADO, ARAGÃO, 1996; DAVENPORT et al. 2014), o uso incorreto de analogias (EILKS, GULACAR, 2016), além de aulas expositivas em que o estudante assume uma postura passiva (RAVILOLO, MARTÍNEZ AZNAR, 2003), são fatores que aparecem diretamente ligados aos problemas relacionados a compreensão do EQ.

Nesse sentido, acreditamos que o uso de metodologias ativas que valorizem a autonomia dos estudantes, estimulem atividades colaborativas e estructurem as atividades em níveis crescentes de complexidade, podem contribuir para potencializar a compreensão dos aspectos conceituais do EQ. Essas metodologias têm se mostrado eficientes, aumentando o sucesso dos estudantes, inclusive na graduação (ATKINSON et al; 2020). Assim, o objetivo desse artigo é aprofundar a discussão de resultados da metodologia ativa POGIL (livre tradução para Processo de Aprendizagem Orientado por Investigação Guiada), que foi utilizada para o desenvolvimento do tema EQ no ensino médio, direcionando-se aqui para o processo de formação de conceitos relacionados ao

tema. Os dados desse trabalho emergiram de uma investigação para dissertação de mestrado profissional, que buscou responder a seguinte questão foco: Aspectos qualitativos do tema equilíbrio químico podem ser melhor compreendidos com o uso da metodologia ativa de ensino POGIL? Na pesquisa investigou-se o entendimento de uma amostra de estudantes sobre a dinamicidade e os aspectos reacionais do EQ, tendo em vista que estes tendem a interpretar que, no EQ, a reação para de ocorrer, e ainda que reagentes e produtos estão em sistemas separados (MACHADO, ARAGÃO, 1996).

2. Fundamentação Teórica

2.1. Metodologias Ativas no Ensino de Química

Uma das atribuições típicas da docência é avaliar os níveis de aprendizagem dos estudantes. No modelo de aulas expositivas em que a transmissão de conteúdo é a única forma utilizada, geralmente essa avaliação ocorre ao final do estudo de uma unidade. Nesse modelo ocorre pouca observação do processo de apropriação do conhecimento, limitando-se às notas de provas, não restando tempo para diagnósticos e encaminhamentos específicos dentro do desenvolvimento da unidade temática. Esse formato de ensino também não oportuniza ao docente considerar a grande heterogeneidade de vivências sociais, culturais, econômicas, ambientais, políticas e tecnológicas dos estudantes.

Nesta perspectiva, é possível inferir que um ensino superficial e homogêneo, que não leva em consideração as especificidades dos estudantes e não os estimula a serem ativos, críticos, reflexivos, e transformadores da sua realidade, é insuficiente. Sendo, portanto, incapaz de oportunizar níveis de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo satisfatórios. “É preciso superar o ensino superficial e descontextualizado e colocar em prática uma ação pedagógica que mobilize e propicie a construção de conhecimentos, mediante a participação ativa do aluno” (PASQUARELLI, OLIVEIRA, 2017, p. 189). É justamente nesse contexto, em que se busca colocar o estudante como protagonista do seu processo de aprendizagem (sujeito ativo), valorizando suas

vivências e sua participação, que surgem as metodologias ativas. Valente (2018) conceitua metodologias ativas como sendo: “alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, envolvendo-o na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas” (VALENTE, 2018, p. 27). Adicionalmente, o autor afirma que essa proposta de ensino não é nova, mas que há uma tendência cada vez maior para a utilização nos processos de ensino e aprendizagem, considerando a disponibilidade de informações nos meios digitais e as facilidades tecnológicas.

No início da década de 90, Bonwell e Eison já apresentavam características gerais das metodologias ativas. Segundo estes autores, na aprendizagem ativa os estudantes estão mais envolvidos no processo de aprendizagem do que ouvindo, e é dada mais ênfase ao desenvolvimento de habilidades, tais como: análise, síntese e avaliação do que na transmissão de informações. Ainda segundo os autores, os estudantes realizam atividades que envolvem leitura, discussão, redação e a exploração de suas próprias atitudes e valores (BONWELL, EISON, 1991).

Um outro fator que provavelmente estimula o uso das metodologias ativas, são os resultados de pesquisas que mostram as suas potencialidades: “Muitas evidências mostram que as instruções que envolvem ativamente os alunos com materiais de aprendizagem são mais eficazes do que as instruções tradicionais, centradas em palestras” (RAU et al. 2017, p. 1406, tradução nossa).

A Figura 1. apresenta um panorama dessas metodologias. Padronizamos as nomenclaturas em inglês, considerando que algumas são utilizadas sem tradução.

Essas metodologias possuem aspectos específicos que as diferenciam, e também apresentam muitos pontos de convergência, sendo o principal deles o fato de colocar o foco da aprendizagem no estudante, motivando-o a participar ativamente do processo de construção do conhecimento, o que é considerado potencialmente relevante para o ensino. Assim: “Os melhores resultados de aprendizagem

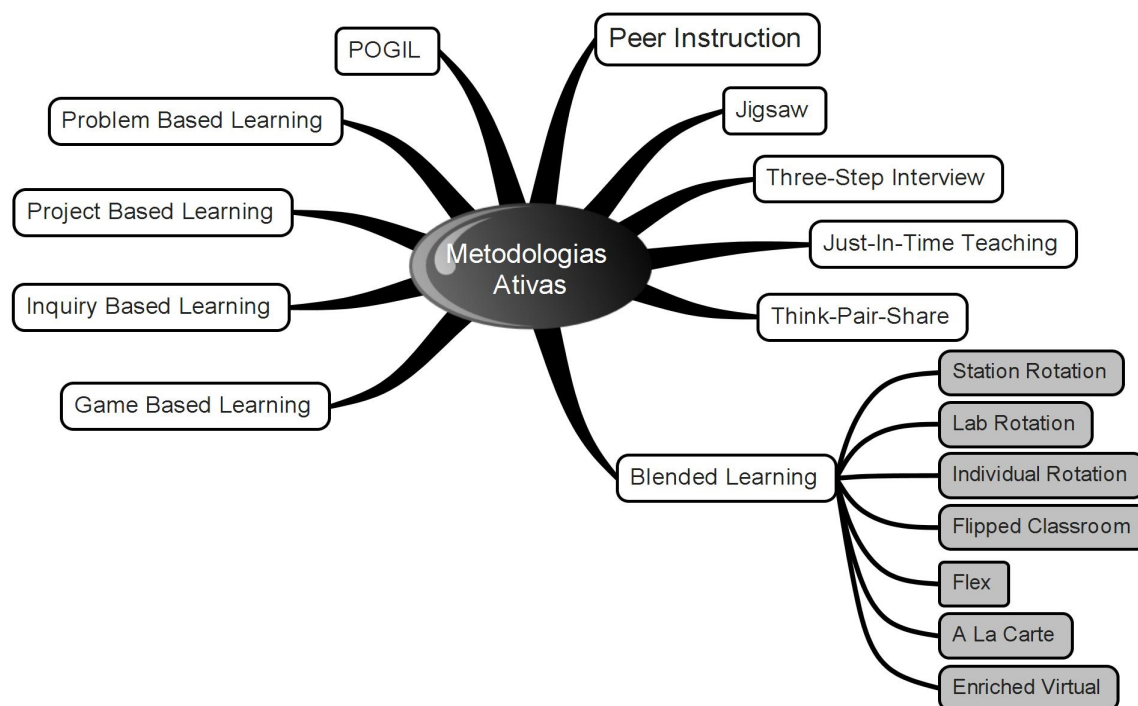


Figura 1. Exemplos de metodologias ativas. Fonte: autoria própria

raramente são alcançados sem incentivar o aluno e, nesse sentido, métodos ativos de ensino e aprendizagem têm se mostrado úteis” (ELBAHRI et al. 2018, p. 1966, tradução nossa).

As metodologias ativas, em suas diversas abordagens, parecem ganhar cada vez mais espaço nos ambientes educacionais. Sobretudo por proporcionarem situações de aprendizagem em que os estudantes atuem colaborativamente; investiguem, analisem, discutam e proponham soluções para determinados problemas; utilizem diversos recursos tecnológicos; desenvolvam e executem projetos; sejam curiosos, engajados, criativos, autônomos, críticos e reflexivos; e por possibilitar aos educadores se reinventarem; desenvolverem estratégias de ensino em que atuem como mediadores e não como detentores do conhecimento, ressignificando a sua prática docente. “... ao considerar a ação de instigar o estudante a ser autor do próprio desenvolvimento dos processos de ensinagem em sala de aula, o professor deixa de ser o cerne e passa a ser um facilitador/mediador do acréscimo destes

processos” (BEDIN, DEL PINO, 2018, p. 340). Nesse artigo apresentamos a aplicação do POGIL, que é uma metodologia ativa com componentes específicos em relação a outras metodologias, tais como a estrutura das atividades e os papéis que são atribuídos ao professor e aos estudantes. Discute-se como a implementação do POGIL em uma turma de estudantes do ensino médio impactou na compreensão de aspectos conceituais relacionados a compreensão do EQ.

2.2. Processo de Aprendizagem Orientado por Investigação Guiada (POGIL)

O POGIL é uma metodologia com características colaborativas, fundamentada no socioconstrutivismo, que foi desenvolvida na década de 90 para aulas de Química (CHASE, PAKHIRA, STAINS, 2013), com o intuito de substituir a transmissão de conteúdo em sala de aula, de modo a envolver o estudante na discussão sobre o que se está estudando (EBERLEIN et al. 2008). Quando foi instituído pela primeira vez

em Stony Brook, em 1994, o objetivo do POGIL foi substituir as abordagens tradicionais em sala de aula por oficinas estruturadas com a metodologia (HANSON, 2006).

O POGIL possui objetivos e componentes específicos que o diferencia de outras metodologias ativas. Sobre os objetivos, segundo Moog e Spencer (2008), busca-se que os estudantes dominem o conteúdo construindo seu próprio entendimento, desenvolvendo e melhorando habilidades importantes (processamento de informações, comunicação oral e escrita, pensamento crítico, resolução de problemas, metacognição e avaliação). Com relação aos componentes, ainda segundo os autores, os essenciais são: engajamento ativo dos estudantes divididos em grupos, atividades de pesquisa guiada, baseadas em um ciclo de aprendizagem, e a ênfase no desenvolvimento de habilidades específicas. Segundo Hanson (2006) o POGIL é construído baseado na ideia de que os estudantes, em sua maioria, apresentam uma melhor aprendizagem quando: engajados ativamente na sala de aula e no laboratório; analisam dados, modelos ou exemplos, discutem ideias, e assim tiram conclusões; trabalham colaborativamente em equipes que se gerenciam de forma autônoma com o intuito de entender conceitos e resolver problemas; refletem sobre o que foi aprendido e como melhorar o desempenho; e interagem com o instrutor atuando como facilitador da aprendizagem.

Stanford et al. (2016) afirmam que não há uma única forma correta de implementar o POGIL. Entretanto há quatro características fundamentais para que uma implementação seja assim caracterizada. A primeira refere-se aos estudantes que trabalham colaborativamente em grupos de 3 ou 4 componentes; em segundo lugar, as atividades são projetadas especificamente para a implementação do POGIL e seguindo um ciclo de aprendizagem; outra característica básica é o trabalho dos estudantes ocorrer durante o horário regular de aula com a presença do professor; a quarta característica refere-se ao papel do professor que atua como facilitador e não como um expositor. É reconhecível nessas considerações,

que o POGIL possui semelhanças com outras metodologias ativas. Porém, algumas particularidades o diferenciam de outras abordagens, como por exemplo e principalmente, a estrutura das atividades e os papéis que são atribuídos a estudantes e docente. Faz-se conveniente, portanto, discorrermos sobre essas particularidades.

Com relação as atividades a serem aplicadas, Moog e Spencer (2008) dissertam que estas são especialmente projetadas, seguindo geralmente um ciclo de aprendizagem (que se estrutura em fases de exploração, criação e aplicação de conceito). As atividades apresentam três principais características: serem utilizadas em equipes que se gerenciam de forma autônoma, com a presença do professor como facilitador; orientam os estudantes a construir o entendimento por meio da exploração; e por fim, utilizam o conteúdo disciplinar para o desenvolvimento de habilidades. Sobre o ciclo de aprendizagem, Eberlein et al. (2008) esclarecem que na primeira fase (fase de exploração) os estudantes são incentivados a examinar um modelo (que consiste em uma combinação de figuras, tabelas, equações, gráficos, ou outras informações), identificando significados, testando hipóteses, pesquisando e explicando padrões. Na segunda fase, as relações e conceitos emergem baseados nas informações extraídas do modelo, possibilitando aos estudantes um desenvolvimento mais completo do conceito. Por fim, na fase de aplicação de conceito, os estudantes estendem e aplicam o conceito a novas situações, aumentando assim a sua compreensão (EBERLEIN et al; 2008). Ainda sobre este ciclo de aprendizagem, é importante sublinhar que se estrutura na proposição de Karplus (Figura 2), que o fundamenta na teoria cognitivista de Piaget, ao considerar que a formação de novos padrões de raciocínio tem como elemento chave a autorregulação (KARPLUS, 1977).

Entretanto, é preciso considerar que as fases do ciclo de aprendizagem segundo Karplus (1977) combinam experiência e transmissão social. Na fase de criação de conceitos, por exemplo, o autor sugere que um conceito pode ser introduzido pelo professor, ou um livro didático, ou outro meio, o que

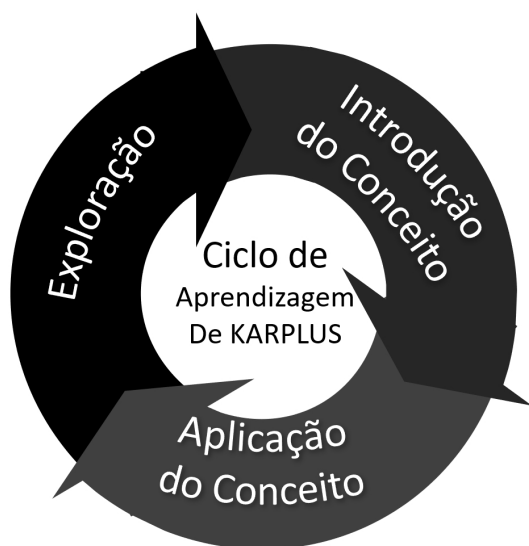


Figura 2. Ciclo de Aprendizagem de Karplus. Fonte: autoria própria

na interpretação dos autores deste trabalho, sugere uma aprendizagem substancialmente estruturada e mediada, apoiando-se, portanto, nas ideias de Vygotsky. Na perspectiva Vygotskyana, é por meio de processos mediados que as funções psíquicas superiores se desenvolvem. Nesse sentido, os signos caracterizam-se como um meio para o desenvolvimento destas funções psíquicas.

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo incorporado à sua estrutura como uma parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos, esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo (VYGOTSKY, 2008, p. 70, grifo do autor).

Retomando a descrição das atividades POGIL é importante destacar que existem aspectos que segundo Moog e Spencer (2008) são cruciais para o design das atividades. Segundo os autores, as informações do modelo devem ser suficientemente adequadas para que por meio da exploração inicial os estudantes possam desenvolver os conceitos almejados. Um outro detalhe refere-se às perguntas norteadoras que devem ser sequenciadas

cuidadosamente, para que os estudantes cheguem a conclusões coerentes e alcancem as habilidades e os objetivos de aprendizagem pretendidos. Sequencialmente, apresenta-se perguntas mais simples, baseadas no conhecimento prévio dos estudantes e nas informações disponíveis no modelo. As próximas questões promovem o reconhecimento de relações e padrões que direcionam ao desenvolvimento do conceito. Nas questões finais os estudantes são estimulados a aplicar os conceitos a novas situações (MOOG, SPENCER, 2008).

Do mesmo modo que as atividades, o professor também apresenta comportamentos diferenciados na metodologia POGIL. Diferentemente do que ocorre em uma sala de aula tradicional em que o professor expõe o conhecimento para os estudantes, em uma sala de aula POGIL o professor atua como um facilitador, orientando os estudantes (HANSON, 2006). Nesse sentido, ele caminha pela sala, ouvindo atentamente o diálogo dos estudantes nos grupos, e decide como vai intervir por meio de perguntas norteadoras (LUXFORD, CROWDER, BRETZ, 2012). Na perspectiva de um facilitador, o professor não responde prontamente as perguntas que os estudantes devem ser capazes de responder autonomamente, mas realiza novas perguntas que possam os ajudar (EBERLEIN et al; 2008).

Os estudantes também assumem papéis específicos na metodologia POGIL. Segundo Hanson (2006), podem ser: “Manager” – mantendo a equipe focada na atividade, distribuindo responsabilidades e garantindo a participação e a compreensão dos demais membros do grupo; “Spokesperson” ou “Presenter” – apresentando relatórios e discussões para a classe; “Recorder” – escrevendo as respostas das atividades e preparando relatórios; “Strategy Analyst” ou “Reflector” – identificando estratégias e métodos para a resolução de problemas, e os pontos positivos e negativos do grupo. Para a nomenclatura utilizada em nosso estudo, utilizamos as traduções de Barbosa et al (2015): coordenador, secretário e apresentador; para o que seriam respectivamente as funções de manager, recorder e presenter.

Ainda segundo Hanson (2006) é importante realizar

rotações semanais nas funções dos estudantes. Outra sugestão feita pelo autor é que em grupos menores podem-se combinar as funções de spokesperson e strategy analyst ou spokesperson e recorder. Na perspectiva de Eberlein et al; (2008) a atribuição de papéis aos estudantes faz com que estes assumam uma grande parte da responsabilidade pela aprendizagem. Essa responsabilidade, segundo Luxford, Crowder e Bretz (2012) é a de identificar padrões e relações nos modelos das atividades, trabalhando ativamente para construir novos conhecimentos. Sobre os resultados de aplicações do POGIL, a literatura tem apresentado alguns bastantes consistentes. Tem sido reportado que o POGIL: promove a aprendizagem dos estudantes ao enfatizar a investigação, a previsão e a tomada de decisão (HUNNICUTT, GRUSHOW, WHITNELL, 2017); incentiva a argumentação e a discussão (STANFORD et al; 2016); promove motivação para estudar e conduz ao êxito em avaliações (SOUTHAM, LEWIS, 2013); valoriza o conhecimento prévio dos estudantes (LUXFORD, CROWDER, BRETZ, 2012); e ainda que os estudantes desenvolvem uma maior compreensão do conteúdo (HEIN, 2012).

Em síntese, embora o POGIL tenha sido utilizado majoritariamente em níveis superiores de escolarização, o que pode ser verificado na bibliografia consultada, apresenta características que o potencializa para aplicações também no nível médio de ensino, sendo inclusive o que justifica o caráter inovador desta investigação, sobretudo no Brasil. O modelo das atividades que envolve o estudante diretamente no processo de aprendizagem, estimulando a interação com os colegas e o professor; os papéis atribuídos aos estudantes como um mecanismo para inibir a passividade destes; e as funções atribuídas ao docente que passa de uma postura de detentor do conhecimento para facilitador do processo de aprendizagem, atestam as potencialidades da metodologia POGIL. Mais informações sobre a metodologia podem ser encontradas nas referências deste artigo e também em pogil.org, que disponibiliza, dentre outros recursos, exemplos de atividades e um guia de implementação.

3. Metodologia

A intervenção pedagógica foi realizada em uma turma composta por 34 estudantes do 2º ano do ensino médio e técnico em segurança do trabalho de uma escola da rede pública estadual do Brasil. Importante destacar que o professor pesquisador já atuava como professor de Química da turma desde o 1º ano do ensino médio, o que garantiu certa naturalidade ao processo de intervenção. Ao todo foram realizados seis encontros com a turma, cada encontro correspondendo a duas aulas de 50 minutos.

Os cinco primeiros encontros foram direcionados por meio das atividades POGIL elaboradas pelos autores desse trabalho, apresentando estruturalmente três tipos de questões: questão de exploração (QE), questão de criação de conceito (QC) e questão de aplicação de conceito (QA). A estrutura das atividades, dos modelos e das questões, buscou seguir os direcionamentos dos referenciais teóricos desse trabalho, especialmente Karplus (1977), Hanson (2006), Moog e Spencer (2008) e Eberlein et al. (2008). Ao todo foram produzidos nove modelos nas cinco atividades. Nesse artigo discute-se as atividades e os modelos que estão relacionados diretamente com o direcionamento outrora descrito (a formação de conceitos). Essas atividades objetivaram apresentar e discutir os aspectos qualitativos do EQ. Considerando que os principais instrumentos de coleta de dados foram construídos levando-se em consideração o ambiente natural da investigação e analisando prioritariamente o processo, esta investigação pode ser definida como uma pesquisa qualitativa, que caracteriza-se por: ter o ambiente natural como fonte direta dos dados, constituindo o investigador como instrumento principal; ser descritiva; se interessar mais pelo processo do que pelos resultados; analisar os dados de forma indutiva; e atribuir uma importância vital ao significado (BOGDAN, BIKLEN, 1994).

Tendo em vista a naturalidade da imersão do professor pesquisador no campo da investigação, e sendo este próprio um instrumento de pesquisa, o método de coleta de dados foi caracterizado como

uma observação participante, pois: “A Observação Participante é realizada em contacto directo, frequente e prolongado do investigador, com os actores sociais, nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador instrumento de pesquisa” (CORREIA, 2009, p. 31).

Buscando garantir maior confiabilidade aos resultados da pesquisa, utilizou-se uma triangulação de dados para a análise dos resultados. A triangulação foi realizada comparando-se as respostas dos estudantes nas atividades POGIL com as notas de campo do pesquisador, promovendo-se o diálogo com o referencial teórico da pesquisa.

Para o método de análise de dados foram utilizados alguns pressupostos da análise de conteúdo de Bardin, que é basicamente definida como: “Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens”

(BARDIN, 2011, p. 48). A análise de conteúdo foi utilizada principalmente na busca de significados para a categorização das respostas dos estudantes nas atividades POGIL. Além das atividades POGIL e das notas de campo, outros instrumentos de coleta de dados utilizados foram: questionário e avaliação de aprendizagem.

Norteadas pelos princípios metodológicos descritos, a intervenção ocorreu em seis encontros, com o último sendo destinado a aplicação de uma avaliação de aprendizagem que objetivou trazer uma visão mais particularizada dos resultados da intervenção e de um questionário em escala Likert que buscou identificar as impressões dos estudantes no que se refere a aplicação da metodologia. A Figura 3, mostra o desenvolvimento das etapas executadas via metodologia POGIL.

Para a aplicação da intervenção descrita, a sala de aula foi estruturalmente reorganizada. Os estudantes foram divididos em grupos de 3 componentes a quem foram atribuídas as funções de coordenador, secretário e apresentador; e as mesas e cadeiras

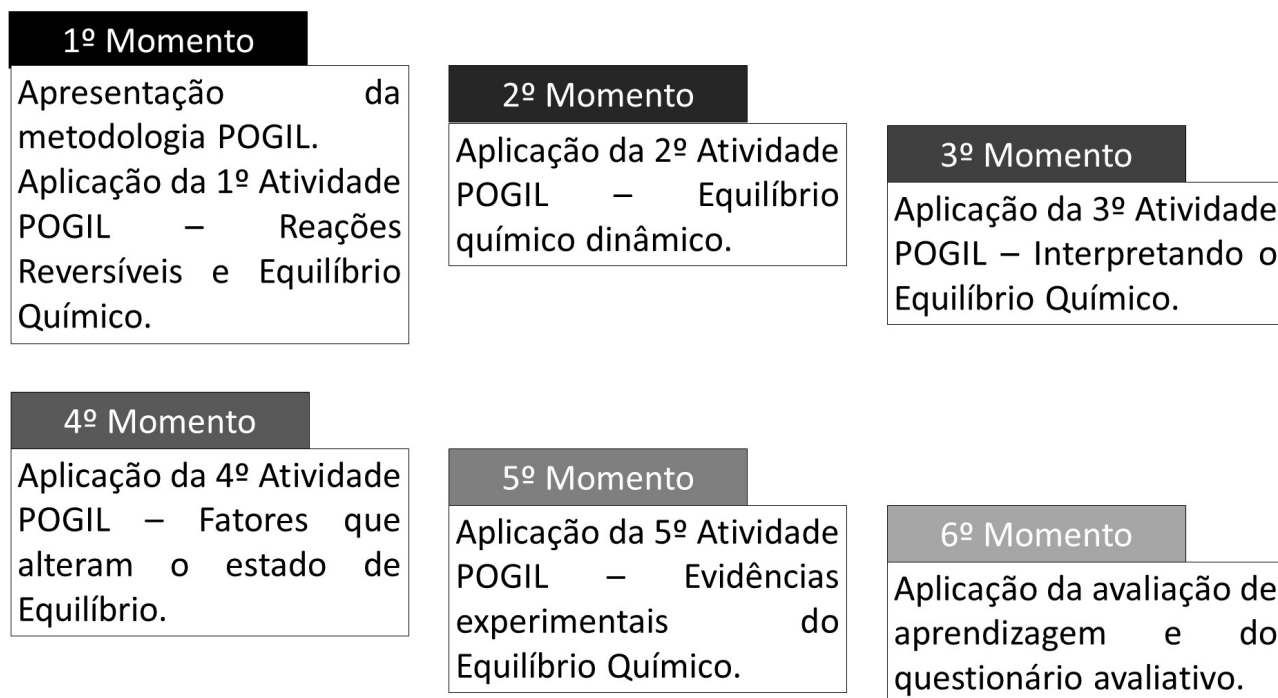


Figura 3. Intervenção Pedagógica. Fonte: dados da pesquisa, 2019.

foram organizadas de modo a estimular o caráter colaborativo dos grupos. Com os estudantes empolgados em utilizar uma nova metodologia em que cada um deles tinha um papel específico, iniciou-se a intervenção pedagógica.

Considerando ser a primeira vez que docente e estudantes utilizavam a metodologia, a intervenção iniciou-se com uma explicação em slides sobre como funciona a metodologia POGIL. Os estudantes foram informados que as aulas seguintes seriam baseadas nessa metodologia, e que a intervenção fazia parte de um estudo que objetivava contribuir para o processo de ensino/aprendizagem de Química. Os estudantes quando cientes dessas informações, receberam um termo de consentimento que foi assinado pelos responsáveis. Concluídas essas etapas, iniciou-se a aplicação da primeira atividade POGIL. Foi realizado rodízio nas funções, não apenas dentro dos grupos, mas também entre os grupos. O objetivo foi que os estudantes desempenhassem a maior variedade de funções possíveis. A partir da segunda atividade, o primeiro momento da aula era dedicado a uma revisão dos tópicos discutidos na aula anterior. Esse era um momento de socialização do conhecimento.

Desde o início da intervenção, o POGIL oportunizou a identificação de como os conceitos relacionados aos aspectos qualitativos do EQ foram estruturados pelos estudantes. No início da intervenção, os estudantes apresentavam conceitos fundamentalmente espontâneos, entretanto, nas aulas seguintes, passaram a apresentar respostas com caráter mais científico. A formação de conceitos foi um fator que se sobressaiu aos demais aspectos observados. As discussões feitas nesse artigo enfatizam essa observação.

4. Resultados e Discussões

4.1. Atividades POGIL para formação de conceitos do Equilíbrio Químico

O primeiro modelo da atividade 01 apresentava um enunciado do que seriam reações reversíveis (Quadro 1). Baseados nesse modelo, os estudantes deveriam responder quatro questões (duas questões

Quadro 1. Modelo da atividade 01

Quando duas substâncias ou mais reagem entre si dão origem a novas substâncias. Denominamos as substâncias que reagiram inicialmente de reagentes e as que foram formadas denominamos produto. Assim, em uma reação: $A + B \rightarrow C + D$, A e B seriam os reagentes e C e D seriam os produtos. É possível que essa reação ocorra inversamente, nesse caso teríamos: $C + D \rightarrow A + B$. A maioria das reações são reversíveis, que são reações em que os reagentes formam produtos que por sua vez podem reagir entre si regenerando os reagentes. Essas reações ocorrem simultaneamente, com reagentes formando produtos e produtos formando reagentes.

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

exploratórias (QE), uma questão de criação de conceito (QC) e uma questão de aplicação de conceito (QA), seguindo assim o padrão do ciclo de aprendizagem).

Baseados nesse modelo e por meio da interação com os colegas e o professor, esperava-se que os estudantes fossem capazes de: representar uma reação reversível (dupla seta); representar a reação de esterificação entre ácido acético e etanol; conceituar uma reação reversível; e aplicar o conceito de reversibilidade ao processo de desmineralização da hidroxiapatita. As questões são apresentadas no quadro 2.

No que se refere a interpretação do modelo, os resultados foram considerados satisfatórios. Os estudantes, em sua maioria, conseguiram extrair corretamente as informações, representando e justificando corretamente a reação de esterificação do ácido acético (88%), conceituando adequadamente uma reação reversível (72%), e aplicando corretamente o conceito de reversibilidade (76%). Entretanto, identificou-se uma dificuldade na maioria dos estudantes em utilizar a linguagem científica correta para expressar suas ideias no que se refere ao conceito de reversibilidade das reações. Ao serem questionados sobre o que seria uma reação reversível, muitos estudantes utilizaram termos como: “a reação vira produto” ou “o reagente muda de

Quadro 2. Questões da atividade 01 – Modelo 01

1. Considerando o conceito de reação reversível discutido no texto, como seria melhor representada uma reação reversível?
2. Sabendo-se que a reação de esterificação entre ácido acético (CH_3COOH) e etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) produzindo acetato de etila ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) e água, trata-se de uma reação reversível, qual a forma adequada de se representar essa reação?
3. O que é uma reação reversível?
4. A hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$)_(s) é o principal constituinte do esmalte dos dentes. Quando o pH da boca fica abaixo de 5,5, por certo tempo, a hidroxiapatita passa por um processo de desmineralização formando os íons $5 \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 3 \text{PO}_4^{3-}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)}$. Quando o pH da boca começa a se reestabelecer a hidroxiapatita começa a se remineralizar. Porque esse processo ocorre? Como você representaria essa reação?

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

estado". O Quadro 3 sintetiza (com correções linguísticas) algumas das respostas dos estudantes que ratificam essas impressões.

Estas dificuldades foram esperadas, pois os aspectos qualitativos do equilíbrio químico tais como: reversibilidade e dinamicidade são de difícil interpretação, considerando que necessitam de conceitos abstratos para o seu entendimento. A literatura mostra esta

Quadro 3. Respostas dos estudantes referentes ao conceito de reversibilidade

- "Reversível é quando o reagente muda de estado simultaneamente e depois volta ao seu estado natural formando produto."
- "Quando os produtos podem virar reagentes, e os reagentes virarem produtos, e a concentração é constante".
- "É quando a reação vira produto e o produto vira reação."

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

dificuldade de entendimento: "A reversibilidade das reações de formação dos produtos e de reconstituição dos reagentes foi outro aspecto que se evidenciou problemático. Para muitos alunos, no estado

de equilíbrio químico não existem mais espécies reagentes" (MACHADO, ARAGÃO, 1996, p. 19). Não obstante, o primeiro momento da intervenção trouxe resultados satisfatórios, principalmente no que se refere aos aspectos comportamentais. De acordo com os registros das notas de campo, os estudantes demonstraram engajamento e concentração ao responderem as atividades, mesmo aqueles que geralmente se mostravam desinteressados em aulas anteriores. A participação ativa dos estudantes foi evidenciada tanto na interação dentro dos grupos quanto na fase de socialização das respostas (alguns apresentadores utilizaram o quadro para socializar as respostas do grupo). Alguns confundiram os papéis que deveriam desempenhar durante a aplicação da metodologia, o que se considerou natural por se tratar do primeiro dia da intervenção. Outro ajuste necessário foi com relação ao tempo. Com a percepção das necessidades individuais dos estudantes, foram realizadas adaptações no sentido de respeitar o ritmo de aprendizagem de cada estudante.

A discussão entre os estudantes (mediação horizontal) foi um aspecto bastante estimulado durante a intervenção. Este estímulo foi realizado considerando que, assim como o professor (mediação vertical), os estudantes possuem forte influência no desenvolvimento da zona de desenvolvimento proximal (ZDP) dos seus colegas. "A aprendizagem cooperativa entre colegas e pares da mesma formação, a denominada coaprendizagem, é um palco ideal para gerar amplificação na ZDP dos elementos componentes do grupo de aprendizagem; por isso deve ser amplamente incentivada na educação e na formação" (FONSECA, 2018, p. 125, grifo do autor). Sobre a ZDP é importante ressaltar o entendimento de que esta refere-se a distância entre o que o estudante é capaz de fazer e um nível proximal que ele pode atingir sob orientação (WARFORD, 2011). No que se refere ao processo de mediação por parte do professor, concordamos com o posicionamento de Oliveira e Catão (2017, p. 52):

Na educação escolar, o conceito de aprendizagem mediada confere uma posição privilegiada ao professor no processo educativo, considerando que

para se efetivar o desenvolvimento, é desejável que a instrução seja favorecida por um ambiente dinâmico, possibilitando aos estudantes construir suas diferentes formas de pensar, baseados nas questões articuladas em sala de aula.

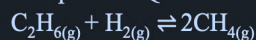
A atividade encerrou-se com uma discussão sobre os principais tópicos discutidos. Os estudantes socializaram suas respostas e resumiram as suas principais conclusões sobre a reversibilidade das reações químicas.

O objetivo da segunda atividade foi discutir o conceito de EQ e suas características, sobretudo o aspecto dinâmico. Para este intento, o modelo apresentava um fragmento de texto que definia o conceito de reações reversíveis (sendo este um conceito já explorado, criado e aplicado via modelos do ciclo de aprendizagem na atividade anterior); uma equação química; e uma referência a analogia discutida no segundo modelo da atividade anterior. A analogia tratava-se de um jogo de futebol em que os atletas se revezavam para participar. Quando a quantidade de jogadores entrando e saindo do gramado era constante e a velocidade igual, o revezamento estava em equilíbrio. O Quadro 4 apresenta a equação e a referência à analogia.

Utilizando como referência essas informações, abordou-se diversas questões sobre aspectos do EQ (Quadro 5). O número de moléculas do meio reacional, a formação de produtos e reagentes, a taxa de desenvolvimento da reação, a dinamicidade e a concentração das espécies químicas, foram alguns

Quadro 4. Modelo da atividade 02

Equilíbrio Químico



A exemplo do que ocorreu no jogo de futebol, exemplificado no modelo 02, da atividade 01, as reações químicas também podem atingir o estado de equilíbrio. Seguindo a mesma linha de raciocínio das questões anteriores, responda as próximas perguntas.

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

Quadro 5. Questões da atividade 02

1. Na reação representada acima o número de moléculas do meio reacional sofre alteração?
2. No equilíbrio químico forma-se produtos ou reagentes?
3. No estado de equilíbrio a reação química continua a ocorrer ou cessa?
4. As concentrações de reagentes e produtos são alteradas no estado de equilíbrio?
5. A taxa de desenvolvimento de formação de reagentes e a taxa de desenvolvimento de formação de produtos são iguais ou diferentes?
6. Conceitue equilíbrio químico.

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

dos aspectos discutidos. Estas questões foram caracterizadas como questões de criação de conceito. Semelhantemente à atividade anterior, os resultados do segundo encontro foram promissores. Na questão do número de moléculas do meio reacional, a totalidade dos estudantes apresentou respostas satisfatórias. A maioria utilizou como explicação a estequiometria da reação. Importante destacar que o fato de os estudantes utilizarem os conhecimentos referentes à estequiometria, provavelmente ocorreu em decorrência deste tema ter sido estudado anteriormente, com abordagens que estimulavam à participação. Esta observação ressalta a importância de oportunizar situações de aprendizagem com conceitos previamente estruturados, o que oportuniza o desenvolvimento da ZDP do estudante. “Em cada passo da zona o mediatizado se torna capaz de aprender novas tarefas ou novos conceitos, cada vez mais complexos; o que ele realizava com assistência mediatizada ontem se transforma em uma realização independente amanhã” (FONSECA, 2018, p. 121). Esse desenvolvimento nem sempre pode ser estimulado/observado em uma abordagem fundamentalmente expositiva. É necessário oportunizar situações de aprendizagem em que o estudante seja encorajado a utilizar os conhecimentos já adquiridos, para que quando se deparar com o estudo de um novo tema, possa explorar, criar e aplicar conceitos que já foram previamente estruturados,

e que, portanto, fazem parte das suas ferramentas cognitivas. Esse é um aspecto que parece ser estimulado por meio do uso de metodologias ativas. Ainda sobre a atividade, os estudantes também afirmaram que no equilíbrio formam-se reagentes e produtos e que a reação continua a ocorrer, com as concentrações constantes e a taxa de desenvolvimento igual. Apesar das respostas satisfatórias, o que pode ser um indício da eficácia do modelo da atividade POGIL, essas situações foram exploradas em atividades posteriores. De fato, na questão 06, ficou evidente a dificuldade de alguns estudantes em conceituar cientificamente o EQ. Ao socializarem suas respostas ficava claro que desenvolveram um entendimento relativamente adequado do EQ, entretanto apresentavam dificuldades em explicar os conceitos. Interpreta-se que a gênese dessas dificuldades está relacionada com a complexidade dos aspectos qualitativos do EQ. A compreensão de que a reação continua a ocorrer quando está em equilíbrio (aspecto dinâmico), com concentrações constantes e taxas de desenvolvimento iguais, requer um nível de abstração e um entendimento conceitual que muitas vezes o estudante não dispõe. Eis a razão para se propor situações de ensino diversificadas, tendo em vista que um desenvolvimento conceitual

profundo não pode ser facilmente desenvolvido em uma abordagem qualitativa superficial, e menos ainda em uma abordagem fundamentalmente quantitativa, tendo em vista que: “pesquisas em educação Química sugerem que a habilidade de interpretação quantitativa nem sempre é resultado do entendimento conceitual” (DAVENPORT et al; 2014, p. 1517, tradução nossa).

Apesar dessas dificuldades, diferentemente do primeiro dia em que os estudantes apresentavam conceitos fundamentalmente espontâneos, houve indícios de que a mediação estava contribuindo para uma apropriação de conceitos científicos. A partir da análise das respostas da questão 06, construiu-se as seguintes categorias: resposta coerente (respostas que não apresentavam erros conceituais e faziam referência aos principais aspectos do EQ); resposta parcialmente coerente (respostas que não apresentavam erros conceituais, mas faziam referência a apenas alguns dos aspectos do EQ); e resposta incoerente (respostas com erros conceituais). A coerência das respostas foi determinada considerando o contexto científico aceito pela comunidade acadêmica. Exemplos dessas respostas com suas respectivas categorias e correções linguísticas são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6. Conceito de EQ segundo os estudantes

Categorização	Exemplos	Quantidade de respostas
Resposta coerente	“No equilíbrio químico o número de moléculas não sofre alteração. Nele são formados produtos e reagentes. No estado de equilíbrio a reação continua a ocorrer, e a concentração de reagentes e produtos é constante. Tanto a taxa de desenvolvimento de formação de reagentes e produtos são iguais. ”	65%
Resposta parcialmente coerente	“A concentração de produtos e reagentes é constante, produtos formam reagentes e reagentes formam produtos simultaneamente. ”	20%
Resposta incoerente	“Equilíbrio químico é quando a transformação de produtos é igual a de reagentes e também quando a taxa de desenvolvimento é igual. E tem o mesmo número de moléculas no meio reacional. ”	15%

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

Essa apropriação progressiva de conceitos científicos também é indicada nos estudos de Vygotsky em um princípio denominado microgênese da aprendizagem (FONSECA, 2018).

Para esse autor, a aprendizagem não ocorre por grandes saltos, mas emerge de um processo de mudança contínua por microganhos provocados pela experiência integrada, aprofundada e mediatizada. Quanto mais as tarefas de aprendizagem estiverem estruturadas em diferentes níveis e subníveis, mais a ZDP do mediatizado é explorada, recombina e redefinida (FONSECA, 2018, p. 139).

O desenvolvimento dos estudantes foi notoriamente observado na aplicação da metodologia POGIL. Em suas discussões os estudantes utilizavam cada vez mais um repertório vocabular estruturado em conceitos científicos. Credita-se essa apropriação vocabular à forma como as atividades foram estruturadas e a metodologia foi mediada. Durante a aplicação do POGIL os estudantes eram incentivados a realizar cada vez mais as discussões horizontais. Com esse propósito, o professor pesquisador caminhava pela sala, frequentemente intervindo nas discussões do grupo por meio de perguntas que ajudavam os estudantes a desenvolverem uma compreensão conceitual mais profunda.

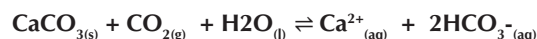
Os estudantes também demonstraram um maior nível de autonomia na segunda atividade. Evidenciou-se um expressivo aumento das discussões entre os grupos, inclusive os estudantes que faltaram ao primeiro encontro foram orientados pelos próprios colegas, o que indica mais uma potencialidade da metodologia.

A terceira atividade POGIL caracterizou-se pela completa adaptação dos sujeitos da pesquisa à metodologia POGIL. Os próprios estudantes organizaram a sala de aula e dividiram os grupos de acordo com as funções que ainda não haviam desempenhado. O pesquisador também apresentou uma maior adaptação a metodologia, realizando perguntas norteadoras mais bem elaboradas e não respondendo prontamente os estudantes, atuando, portanto, como um facilitador. A atividade objetivou que os estudantes aplicassem os conceitos desenvolvidos nas aulas anteriores a situações em que ocorre o EQ, como

a formação de estalactites e estalagmites (Quadro 7), com ênfase ao aspecto dinâmico e reacional (concentração e taxa de desenvolvimento).

Quadro 7. Modelo da atividade 03

Nas cavernas, além de morcegos, é comum encontrar formas características denominadas estalactites e estalagmites. Nesse processo, o carbonato de cálcio se dissolve na presença de dióxido de carbono e água. Uma vez que a concentração de dióxido de carbono diminui, favorece-se a formação de carbonato de cálcio.



Fonte: dados da pesquisa, 2019.

De um modo geral, os estudantes apresentaram respostas satisfatórias para essa atividade, relacionando corretamente a formação das estalactites e estalagmites a uma situação em equilíbrio (85%); afirmando que as concentrações são constantes – e não necessariamente iguais no equilíbrio (85%); indicando coerentemente que o equilíbrio químico é dinâmico (70%); e em sua totalidade afirmando que no EQ a taxa de desenvolvimento é igual no sentido da formação de reagentes e produtos. O Quadro 8 apresenta as questões dessa atividade que foram caracterizadas como questões de aplicação.

Quadro 8. Questões da atividade 03

1. A reação de formação das estalactites e estalagmites é um processo reversível? O sistema está em equilíbrio? Justifique?
2. Utilizando os conceitos de equilíbrio já estudados, determine se as afirmativas a seguir são verdadeiras ou falsas para a reação de formação das cavernas. Se houver afirmativas falsas, reescreva-as da maneira correta.
 - I – O sistema entra em equilíbrio quando as concentrações dos reagentes e produtos são exatamente iguais. ()
 - II – O sistema entra em equilíbrio quando a taxa de desenvolvimento da reação direta e inversa são iguais. ()
 - III – O sistema entra em equilíbrio quando as reações direta e inversa cessam, proporcionando estabilidade ao sistema. ()

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

Um ponto importante que se observou nas notas de campo, foi o aumento das discussões horizontais (estudante-estudante). Parece ter ficado claro para os estudantes a importância da aprendizagem colaborativa na resolução das atividades.

Entretanto, o que merece ser destacado foi o quanto os estudantes foram progressivamente se apropriando dos conceitos científicos para responderem as questões. Essa apropriação ficou evidente nas discussões dentro dos grupos e durante a socialização das respostas. A apropriação progressiva de conceitos científicos é abordada consistentemente por Vygotsky (2008). Segundo o autor é necessário que os conceitos espontâneos alcancem um certo nível para que um conceito científico correlato seja absorvido.

Ademais, evidenciou-se nesta atividade e nas que se seguiram a completa familiaridade dos estudantes no que se refere ao tema de estudo e principalmente a metodologia. Nas atividades seguintes os estudantes foram capazes de aplicar o conceito de EQ a diversas situações, tais como na análise de quadros e gráficos, e na interpretação do princípio de Le Chatelier. Em uma abordagem utilizando uma atividade experimental, a maioria dos estudantes foi capaz de atribuir caráter dinâmico ao EQ, mesmo observando os aspectos macroscópicos das reações.

Entende-se que a forma como as atividades foram estruturadas, a mediação, e as discussões horizontais contribuíram para esses resultados. Um ponto muito importante que é salutar destacar, é que nenhuma das questões das atividades POGIL aplicadas foi devolvida em branco, o que atesta o quanto a metodologia incentivou o engajamento dos estudantes. Uma vez que desempenharam as funções de coordenador, secretário e apresentador, os estudantes passaram a escolher aquelas que mais se identificaram, desempenhando-as cada vez melhor. Houve momentos em que os apresentadores solicitavam permissão para ir ao quadro socializar as respostas do grupo. Quando um estudante do ensino médio que antes participava passivamente das aulas, apresenta uma postura como essa, há fortes indícios de que a metodologia oportunizou um

envolvimento ativo no processo de aprendizagem.

4.2. Avaliação de Aprendizagem e Avaliação dos Estudantes

Ao final da intervenção aplicou-se uma avaliação de aprendizagem com o intuito de verificar os níveis de aprendizagem dos estudantes com relação aos principais aspectos qualitativos do EQ. A avaliação apresentou 05 questões dissertativas que abordavam os principais tópicos do EQ estudados na intervenção. A análise das respostas permitiu identificar que após a aplicação da metodologia os estudantes: foram capazes de apresentar corretamente o conceito de reversibilidade (88%); demonstraram entendimento de que no EQ as concentrações de reagentes e produtos são constantes (79%), e ainda que o EQ é dinâmico e que produtos e reagentes coexistem no mesmo meio reacional (92%). Esses resultados certificam que o POGIL trouxe resultados significativos para aquisição conceitual destes aspectos do tema EQ.

Na última questão os estudantes deveriam, utilizando os conhecimentos adquiridos durante a intervenção e analisando uma nuvem de palavras, conceituar o EQ. Os resultados foram consideravelmente significativos. 87,5% dos estudantes apresentaram respostas bem fundamentadas em que utilizaram termos científicos e organizaram um enunciado bem estruturado. O que pode indicar a eficácia da abordagem utilizada. Algumas das respostas dos estudantes são apresentadas com correções linguísticas no Quadro 9.

Conforme evidencia-se nos exemplos apresentados, as respostas dos estudantes referentes ao conceito de EQ, apresentaram termos fundamentalmente científicos, o que indica que os conceitos espontâneos por meio do processo de ensino/aprendizagem estruturaram-se em conceitos científicos ao final da intervenção. “Finalmente, o estudo dos conceitos científicos como tais tem importantes implicações para a educação e o aprendizado. Embora esses conceitos não sejam absorvidos já prontos, o ensino e a aprendizagem desempenham um importante papel na sua aquisição” (VYGOTSKY, 2008, p. 108-109).

Quadro 9. Conceito de EQ na perspectiva dos estudantes

“O equilíbrio ocorre quando se forma produtos e reagentes ao mesmo tempo, sua concentração é constante, e sua taxa de desenvolvimento será igual. O interessante é que macroscopicamente, parece que acabou, parou, porém microscopicamente ela continua. Por fim o equilíbrio é dinâmico.”

“O equilíbrio químico é quando uma reação é reversível, e há a formação de produtos e reagentes simultaneamente. Uma reação atinge o equilíbrio quando as taxas de desenvolvimento forem iguais e as concentrações constantes. Esse equilíbrio é dinâmico, ao alcançar o equilíbrio a reação continua a ocorrer, macroscopicamente ela para mas microscopicamente continua a ocorrer constantemente.”

Fonte: dados da pesquisa, 2019.

No que se refere a avaliação da metodologia POGIL, os resultados também foram satisfatórios. A maioria dos estudantes concordou totalmente ou concordou que a metodologia facilitou a compreensão do tema e motivou à participação nas aulas. A maioria dos estudantes também concordou totalmente ou concordou que as atividades POGIL e os papéis a eles atribuídos nas atividades facilitaram a compreensão do tema EQ e contribuiu para tornar a aprendizagem mais ativa e dinâmica. De fato, as atividades POGIL foram bastante elogiadas pelos estudantes durante toda a intervenção. A dinâmica dos papéis atribuídos aos estudantes também contribuiu significativamente no sentido de motivá-los a participar das atividades.

5. Considerações Finais

A análise das respostas dos estudantes nas atividades POGIL e na avaliação de aprendizagem, bem como os registros das notas de campo, permitem afirmar que a metodologia POGIL contribuiu para um efetivo aprendizado dos aspectos relacionados ao EQ dentro do contexto científico aceito. Ao final da intervenção, a maioria dos estudantes apresentou o entendimento de que: no equilíbrio as concentrações de reagentes e produtos são constantes; as taxas de desenvolvimento de formação de produtos

e decomposição de reagentes são iguais; reagentes e produtos coexistem no mesmo meio reacional; e ainda que o EQ é dinâmico. Reitera-se e destaca-se que a formação de conceitos relacionados ao EQ foi um dos grandes resultados da intervenção. A aplicação do POGIL oportunizou ao pesquisador identificar gradualmente os conceitos espontâneos sendo estruturados em conceitos científicos. Conceitos estes aplicados a diversas situações, inclusive concretas. Essas observações talvez não fossem possíveis em uma abordagem fundamentalmente expositiva. Os aspectos comportamentais dos estudantes também se notabilizaram na intervenção. A análise detalhada das notas de campo, permitiu identificar que os estudantes se tornaram mais participativos, melhoraram a suas relações interpessoais e desenvolveram autonomia e criticidade.

Por fim, avalia-se que a implementação do POGIL no ensino médio ocorreu de forma satisfatória. A principal dificuldade encontrada nessa intervenção foi o tempo necessário para elaborar as atividades. Atividades dessa natureza, construídas cuidadosamente, considerando os níveis de aprendizagem, necessitam de tempo que muitas vezes o professor não dispõe. É por essa razão que estimulamos que essa intervenção seja realizada por outros docentes. E que ao realizarem intervenções semelhantes, os professores disponibilizem suas atividades para que outros profissionais possam utilizá-las. Considerações mais amplas sobre a aplicação das atividades e modelos POGIL podem ser encontradas em Pereira (2019). As discussões nesse artigo voltaram-se para como se deu o processo de formação de conceitos relacionados ao EQ por meio da implementação da metodologia POGIL. Incentiva-se ainda o uso de outras metodologias ativas que proporcionem ganhos significativos de aprendizagem como os que aqui foram relatados.

6. Referências

ATKINSON, M. B. et al. Constructing Explanations in an Active Learning Preparatory Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*. v. 97,

- p. 626-634. 2020.
- BARBOSA, L. R. D. et al. O uso do POGIL no Ensino de Licenciatura em Química – Avaliação dos Estudantes. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2., 2015, Campina Grande, PB, 2015. Anais [...] Campina Grande, PB, 2015.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Edições 70. São Paulo: Brasil. 2011.
- BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Dicumba – o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 13, n. 2, p. 338-352. 2018. doi: <http://doi.org/10.14483/23464712.13055>
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto. Porto: Portugal. 1994.
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. Active Learning; Creating Excitement in the Classroom. No. 1. ASHE-ERIC Higher Education Report. Washington, D.C.: The George Washington University, School of Education and Human Development. 1991.
- CHASE, A.; PAKHIRA, D.; STAINS, M. Implementing Process-Oriented, Guided-Inquiry Learning for the First Time: Adaptations and Short-Term Impacts on Students' Attitude and Performance. *Journal of Chemical Education*, v. 90, p. 409-416. 2013.
- CORREIA, M. C. B. A observação participante enquanto técnica de investigação. *Pensar Enfermagem*, v. 13, n. 2, p. 30-36. 2009.
- DAVENPORT, J. L. et al. Evidence-Based Approaches to Improving Chemical Equilibrium Instruction. *Journal of Chemical Education*, v. 91, p. 1517-1525. 2014.
- EBERLEIN, T. et al. Pedagogies of engagement in science. A comparison of PBL, POGIL, and PLTL. *Biochemistry and molecular biology education*, v. 36, n. 4, p. 262-273. 2008.
- EILKS, I.; GULACAR, O. A Colorful Demonstration to Visualize and Inquire into Essential Elements of Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, v. 93, p. 1904-1907. 2016.
- ELBAHRI, M. et al. Innovative Education and Active Teaching with the Leidenfrost Nanochemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 95, p. 1966-1974. 2018.
- FONSECA, V. Desenvolvimento cognitivo e Processo de Ensino-Aprendizagem: abordagem psicopedagógica à luz de Vygotsky. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2018.
- GHIRARDI, M. et al. Implementing an Equilibrium Law Teaching Sequence for Secondary School Students To Learn Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, v. 92, p. 1008-1015. 2015.
- HANSON, D. M. Instructor's guide to process-oriented guided-inquiry learning. Pacific Crest: Lisle, IL, 2006.
- HEIN, S. M. Positive Impacts Using POGIL in Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 89, p. 860-864. 2012.
- HUDDLE, P. A.; WHITE, M. W. Simulations for Teaching Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, v. 77, n. 7, p. 920-926. 2000.
- HUNNICUTT, S. S.; GRUSHOW, A.; WHITNELL, R. How Is the Freezing Point of a Binary Mixture of Liquids Related to the Composition? A Guided Inquiry Experiment. *Journal of Chemical Education*, v. 94, p. 1983-1988. 2017.
- KARPLUS, R. Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. v. 14, n. 2. p. 169-175. 1977.
- LUXFORD, C. J.; CROWDER, M. W.; BRETZ, S. L. A Symmetry POGIL Activity for Inorganic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 89, p. 211-214. 2012.
- MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 18-20. 1996.
- MARTÍNEZ-GRAU, M.; SOLAZ-PORTOLÉS, J. J.; SANJOSÉ, V. Propuesta de un test para determinar el conocimiento conceptual de estudiantes universitarios sobre la constante de equilibrio químico y su aplicación en estudiantes españoles. *Química Nova*, v. 37, n. 4, p. 740-744.

- 2014.
- MOOG, R. S.; SPENCER, J. N. POGIL: An Overview. In: MOOG, R. S. et al. Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL); ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC, 2008; Cap. 1, p. 1-13.
- OLIVEIRA, D. M.; CATÃO, V. Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais para a aprendizagem da química em duas turmas do ensino médio. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 12 n. 2, p. 50-68. 2017. doi: 10.14483/23464712.11039.
- PASQUARELLI, B. V. L., OLIVEIRA, T. B. Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 12, n. 2, p. 186-203. 2017. doi: 10.14483/23464712.10903.
- PEREIRA, Luiz Fernando. Uma Proposta de Ensino de Equilíbrio Químico com Uso da Metodologia Ativa POGIL. 2019. 198f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- POGIL. Process Oriented Guided Inquiry Learning. Disponível em: <http://pogil.org/>. Acesso em Maio. 2020.
- RAU, M. A. et al. Unpacking “Active Learning”: A Combination of Flipped Classroom and Collaboration Support Is More Effective but Collaboration Support Alone Is Not. *Journal of Chemical Education*, v. 94, p. 1406-1414. 2017.
- RAVIOLO, A.; MARTÍNEZ AZNAR, M. Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas. *Investigación Educativa*, v. 3, n. 14, p. 159-165. 2003.
- SOUTHAM, D. C.; LEWIS, J. E. Supporting Alternative Strategies for Learning Chemical Applications of Group Theory. *Journal of Chemical Education*, v. 90, p. 1425-1432. 2013.
- STANFORD, C. et al. Analysis of Instructor Facilitation Strategies and Their Influences on Student Argumentation: A Case Study of a Process Oriented Guided Inquiry Learning Physical Chemistry Classroom. *Journal of Chemical Education*, v. 93, p. 1501-1513. 2016.
- VALENTE, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem-teórico-prática*. Penso. Porto Alegre: Brasil, 2018. Cap. 1, p. 26-44.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. Traduzido por: CAMARGO, J. L. 4ª ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2008.
- WARFORD, M. K. The zone of proximal teacher development. *Teaching and Teacher Education*, v. 27, p. 252-258. 2011.





CONCEPÇÃO DE SAÚDE INCORPORADA PELA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR BRASILEIRA

CONCEPCION HEALTH INCORPORATED BY BRAZILIAN COMMON BASE NATIONAL CURRICULUM

CONCEPCIÓN DE SALUD INCORPORADA POR LA BASE COMUN CURRICULAR NACIONAL BRASILERA

Cássia Aparecida Corna Stelle*, y Solange de Fátima Reis Conterno**

Cómo citar este artículo: Stelle, C.A.C.; Conterno, S. F.R. (2021). Concepção de Saúde incorporada pela Base Nacional Comum Curricular Brasileira. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 312-327. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16135>

Resumo

Refletir como a temática de saúde tem sido abordada em instituições escolares é fundamental, pois não há uma única concepção do processo saúde-doença. A saúde como conteúdo escolar emergiu no Brasil em 1971 e nas últimas décadas, por meio de diferentes reformas educacionais, ganhou espaços nos currículos divulgando diferentes conceitos. Em 2017 o Ministério da Educação apresentou a versão final da Base Nacional Comum Curricular, a qual indica os conteúdos que devem ser ensinados nas escolas da educação básica do Brasil. Assim sendo, o estudo teve como objetivos: apreender a concepção de saúde divulgada no texto legal da Base Nacional, identificar quais conteúdos escolares vinculam-se a temática da saúde e sistematizar em quais séries de conteúdos de saúde são trabalhados. Trata-se de um estudo descritivo, de caráter documental de fontes escritas primárias. A saúde no ensino fundamental é trabalhada nos conteúdos: higiene pessoal, diversidade, acidentes domésticos, manutenção da saúde auditiva e visual, alterações corporais nos ciclos de vida, transmissão de micro-organismos, nutrição, sistemas corporais, uso de substâncias psicoativas, imunoprevenção e métodos contraceptivos e doenças de transmissão sexual. As habilidades a serem adquiridas pelos alunos no campo da saúde reforçam um conceito restrito de saúde intensificando a cultura de uma assistência baseada na prevenção e não na promoção de saúde. A disseminação de uma educação pautada em um conceito restrito de saúde constitui um retrocesso na construção de sujeitos autônomos e críticos, na medida que abstém a responsabilidade do Estado de cumprir o que já é determinado pela legislação brasileira.

Palavras Chave: Ensino. Saúde. Currículo. Ensino básico.

Recibido: 08 de abril de 2020; aprobado: 13 de julio de 2020

* Enfermeira. Residente em Saúde da Criança e do Adolescente pela Faculdades Pequeno Príncipe, Brasil. E-mail: cassiacorna@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7389-4015>

** Doutora em Educação. Docente do curso de Enfermagem e do Programa de Pós-graduação em Biociências e Saúde da Universidade Estadual do Oeste do Paraná -Unioeste, Brasil, E-mail: solangeconterno@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2493-8071>

Abstract

Reflecting how health topic has been approached in school institutions is very important because there is no single conception of the health-disease process. Health as a school content emerged in Brazil in 1971, and in recent decades, through different educational reforms, it has gained space in the curriculum disseminating different concepts of health. In 2017, the Ministry of Education presented the final version of the Common Base National Curriculum, which indicates the contents that should be taught in basic education schools in Brazil. Therefore, the study aimed to: apprehend the conception of health disclosed in the legal text of the National Base, identify which school contents are linked to health theme, and systematize which grades health contents are worked on. This is a descriptive, documentary study from primary written sources. Health in elementary school is worked on the contents: personal hygiene, diversity, domestic accidents, maintenance of auditory and visual health, bodily changes in life cycles, the transmission of microorganisms, nutrition, body systems, use of psychoactive substances, immunoprevention, contraceptive methods, and sexual transmission diseases. The skills to be acquired by students in the health field reinforce a restricted concept of health, intensifying the culture of assistance based on prevention and not on health promotion. The dissemination of education based on a restricted concept of health constitutes a setback in the education of autonomous and critical subjects, insofar as it abstains the State from the responsibility to comply with what is already determined by Brazilian law.

Keywords: Teaching. Health. Curriculum. Basic education.

Resumen

Reflexionar sobre cómo se ha abordado el tema de la salud en las instituciones escolares es fundamental, ya que no existe una concepción única del proceso salud-enfermedad. La salud como contenido escolar surgió en Brasil en 1971, y en las últimas décadas, a través de diferentes reformas educativas, ganó espacio en los planes de estudio que difunden diferentes conceptos de salud. En 2017, el Ministerio de Educación presentó la versión final de la Base Común del Currículo Nacional, que indica los contenidos que deberían enseñarse en las escuelas de educación básica en Brasil. Por lo tanto, el estudio tuvo como objetivo: comprender el concepto de salud divulgado en el texto legal de la Base Nacional, identificar qué contenido escolar está vinculado a la salud y sistematizar en cual serie de contenidos se trabaja la salud. Este es un estudio documental descriptivo de fuentes primarias escritas. La salud en la educación básica se trabaja en los contenidos: higiene personal, diversidad, accidentes domésticos, mantenimiento de la salud auditiva y visual, cambios corporales en los ciclos de vida, transmisión de microorganismos, nutrición, sistemas corporales, uso de sustancias psicoactivas, inmunopreención, métodos anticonceptivos y enfermedades de transmisión sexual. Las habilidades que deben adquirir los estudiantes en el campo de la salud refuerzan un concepto restringido de salud,

intensificando la cultura de asistencia basada en la prevención y no en la promoción de la salud. La difusión de una educación basada en un concepto restringido de salud constituye un retroceso en la educación de sujetos autónomos y críticos, en la medida en que exime al Estado de la responsabilidad de cumplir con lo que ya está determinado por la ley brasilera.

Palabras clave: Enseñanza. Salud. Currículo. Educación básica.

1. Introdução

Refletir como a saúde está sendo abordada na escola, na formação de crianças e adolescentes, é fundamental pois não há um só entendimento do que seja saúde. É possível perceber que tem reverberado em diferentes espaços sociais que saúde é resultado, centralmente, de bons hábitos de higiene, da escolha de comportamentos saudáveis e de informações, reforçando a ideia de que saúde é de responsabilidade do indivíduo que faz escolhas certas e é instruído, esse entendimento explicita um conceito restrito de saúde.

Contudo, em contraposição ao conceito restrito de saúde, destaca-se o entendimento que saúde não resulta de forma imediata ou exclusiva do acesso a informação ou apenas manifestação biológica, mas que se relacionam a fatores sociais, econômicos, políticos e culturais. Assim sendo, não basta ao indivíduo somente o conhecimento dos fatores desencadeadores da doença, são necessárias as condições concretas para a manutenção da saúde (FERREIRA, 2009).

Cada concepção de saúde, seja restrita ou ampla, encaminhará um entendimento do papel do sujeito frente ao processo saúde-doença e de sua postura no processo de conquista da saúde.

Sabe-se que educar para a saúde não é uma prática exclusiva da instituição escolar, mas, no Brasil, é certo que na escola a temática saúde e conteúdos decorrentes são de responsabilidade, nas séries iniciais, de professores com formação no magistério e nos anos finais do ensino fundamental, de professores de Ciências, portanto, professores com graduação em ciências biológicas devem organizar atividades didático-pedagógicas que abordem a temática saúde.

COSTA, GOMES, ZANCUL (2012), em estudo acerca das concepções de educação em saúde de professores de Ciências e de Biologia, registram que na maioria das vezes tais professores não receberam na graduação formação para trabalhar com o ensino de saúde na escola, fato que gera insegurança teórico-metodológica, por esse motivo concluem que é urgente e necessário o debate sobre a formação desses profissionais em relação às temáticas de saúde. No Brasil a temática saúde foi oficialmente considerada um conteúdo escolar a partir do ano de 1971, com a aprovação da Lei Federal 5.692/71, a qual estabeleceu a obrigatoriedade da inclusão de Programas de Saúde nos currículos das instituições que ofereciam ensino, na época denominados de 1º e 2º graus.

Com a aprovação da lei 5.692/71 inaugurou-se a ideia que a educação para a saúde deveria ser individualizada em uma disciplina, sendo trabalhada em Programas de Saúde em escolas de 1º e 2º graus, com o intuito de estimular e guiar o desenvolvimento físico e mental da criança e estabelecer nela sólidos hábitos de saúde (BRASIL, 1971).

É possível indicar que desde a década de 1970, quando a saúde se tornou oficialmente conteúdo escolar, a temática ganhou diferentes encaminhamentos. Nos anos posteriores cada estado da federação por meio de suas equipes de governo e escolas implementaram experiências curriculares distintas. Em 1994, em todo Brasil, iniciou-se um processo de discussão de novas bases curriculares, sendo que em 1995 foram divulgados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os quais apontaram o quê (conteúdos) e o como (forma) poderia ser desenvolvida a escolarização de crianças e adolescentes. Os

conteúdos escolares eram trabalhados em áreas e temas transversais, no caso da temática saúde era abordada, tanto a área denominada Ciências Naturais, como no tema transversal Saúde.

Mais recentemente o currículo da escola brasileira vivenciou intenso debate quanto à sua organização. No ano de 2015 o Ministério da Educação apresentou, numa primeira versão, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com o intuito de definir o que deve ser ensinado nas escolas da educação básica do Brasil. Após a primeira versão da BNCC, foram apresentadas mais três, a segunda versão em 2016, em 2017 a terceira versão e a versão final no ano de 2018.

A versão final da BNCC propôs uma estrutura e organização do ensino escolar em competência específica de áreas; unidades temáticas, objeto de conhecimento e habilidades, sendo a saúde abordada na unidade temática denominada Vida e evolução, estuda os seres vivos, suas características e necessidades, estudando a vida como acontecimento natural e social, bem como “[...] os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta [...]” (BRASIL, 2018 p. 326).

A partir da presente organização curricular o conteúdo saúde está vinculado ao ensino de ciência e o encaminhamento de atividades didático-pedagógicas sobre o referido conteúdo é de responsabilidade de professores de Ciências e Biologia. Assim sendo, a reflexão sobre essa temática deve incorporar de forma definitiva a saúde como conteúdo do campo do ensino de saúde e explicitar qual a concepção que amparará o desenvolvimento de tal conteúdo na escola.

Segundo SILVA et al. (2011) em estudo sobre a influência de valores éticos na concepção de Ciências de estudantes de Ciências Biológicas, concluem que é desejável que professores de biologia incorporem concepções adequadas, desmitificando a ideia de neutralidade, imparcialidade e de ação salvacionista da ciência, ou seja, ao socializar conhecimentos do campo da biologia e, em decorrência, da saúde é necessário o aprofundando do entendimento sobre

as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, divulgando uma visão crítica e contextualizada dos diferentes problemas sociais e pessoais.

Assim sendo, cabe ressaltar que, de acordo com uma concepção ampliada, saúde é o resultado de determinantes sociais e econômicos, da manifestação física de problemas coletivos. Diante do exposto questiona-se: qual concepção de saúde foi incorporada pela BNCC e como o documento tem orientado a organização dos currículos escolares para o desenvolvimento do ensino de saúde em escolas brasileiras?

2. Marco teórico

Discutir a temática proposta remete à definição do que seja currículo, organização do saber escolar, produção e divulgação do conhecimento e sobre o papel da escola na sociedade atual. Os elementos anteriormente elencados estão imbricados, ou seja, articulam-se teórica e metodologicamente, pois a depender do entendimento do que seja a escola e sua função na socialização do conhecimento, o currículo será organizado e desenvolvido.

Para SAVIANI (2012 p. 14) a função social da escola é “[...] propiciar a aquisição dos instrumentos que possibilitam o acesso ao saber elaborado (ciência), bem como o próprio acesso aos rudimentos desse saber. As atividades da escola devem organizar-se a partir dessa questão”. Assim sendo, as ações escolares e as atividades didáticas devem ser pautadas pela defesa do conhecimento sistematizado e por sua socialização de forma democrática.

Sabe-se que na atualidade a instituição escolar tem sido questionada por diferentes correntes teórico-metodológicas, principalmente quanto ao seu papel social. Há concepções, que em nome da modernização metodológica, apontam a escola como uma instituição pouco democrática por focar-se no processo de transmissão-assimilação da cultura letrada, do conhecimento sistematizado das diferentes áreas do conhecimento, além de defenderem que o ensino deveria centrar-se nos interesses imediatos dos alunos. Diante desse diagnóstico sugere-se que

os currículos sejam revistos.

A flexibilidade curricular tem sido tomada como orientação para as reformas educacionais que sistematicamente tem ignorado ou marginalizado a questão do conhecimento objetivo. De acordo com esse movimento a ênfase “[...] recai nos aprendizes, seus estilos diferentes de aprendizagem e seus interesses, nos resultados mensuráveis de aprendizagem e competências e, ainda, em como tornar o currículo relevante para suas experiências e sua futura empregabilidade” (YOUNG, 2011 p. 609).

Para KUENZER (2017 p. 339) as orientações em substituir um currículo disciplinar por um flexível, dissemina a lógica de que a função da educação escolar seria “[...] desenvolver competências que permitam aprender ao longo da vida” o que tem gerado a secundarização da formação escolar e propagandeado a diversidade curricular, os currículos por competência, a mudança de foco, como já afirmado outrora por SAVIANI (2008 p. 8), “[...] do lógico para o psicológico, dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processo pedagógicos; do professor para o aluno; do esforço para o interesse; da disciplina para a espontaneidade [...]”

Acompanhando esse movimento de crítica à função da escola a BNCC se apresenta como um “[...] documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais [...]” (BRASIL, 2018 p. 7), para que alunos possam desenvolver no processo escolar da educação básica. Assim, o documento oficial da BNCC explicita seu enquadramento teórico com o movimento de crítica ao currículo disciplinar e estabelece que o público da educação escolar brasileira requer:

[...] muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2018 p. 14).

Nesse sentido os pressupostos teóricos-metodológicos da BNCC foram debatidos, questionados e criticados por parte dos educadores brasileiros, pois de fato o documento afasta-se do saber clássico, aquele que, como bem definido por SAVIANI (2012), perdurou ao tempo, aquele saber que apesar do tempo explica, problematiza a realidade atual. A Base enfatiza comportamentos genéricos que se espera dos estudantes em relação a dado campo de saber (MACEDO, 2017), e não a aquisição de conhecimentos sistematizados os quais são assimilados na escola por meio das diferentes disciplinas. Diante dessas questões refletir as orientações da BNCC acerca do tema saúde exige o entendimento de que não há uma única concepção do que seja o processo de adoecimento da população. O presente estudo pauta-se teoricamente na defesa da concepção ampliada de saúde expressa nos principais documentos organizadores da área da saúde no Brasil e questiona os limites da concepção restrita em saúde.

Assim sendo, saúde e doença são compreendidas como resultados das condições concretas de vida da população (moradia, emprego, renda, transporte, educação...) e qualquer prática educativa que pretende abordar temas vinculados à saúde deverão, além de estimular “comportamentos saudáveis”, levar a população a compreender os determinantes sociais do processo saúde/doença e se engajar na luta coletiva pela revisão das situações promotoras de adoecimento, cobrando do poder público a implementação de políticas sociais e econômicas promotoras de saúde. A lei 8080 de 1990, uma das legislações que organizou o Sistema Único de Saúde (SUS), explicita um entendimento de saúde que ainda é algo a ser conquistado como:

[...] um direito fundamental do ser humano, devendo o Estado prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício.

§ 1º - O dever do Estado de garantir a saúde consiste na reformulação e execução de políticas econômicas e sociais que visem à redução de riscos de doenças e de outros agravos no estabelecimento de condições que assegurem acesso universal e igualitário às

ações e aos serviços para a sua promoção, proteção e recuperação (BRASIL, 1990 p. 1).

Entende-se que a concepção restrita, que compreende a saúde/doença como resultante do comportamento dos indivíduos, adoção de um estilo de vida não-saudável e expressão de um desequilíbrio biológico é limitadora, pois o encaminhamento teórico-metodológico para o entendimento dessa temática seria apenas desenvolver o senso de responsabilidade individual pela saúde, estimulando aos sujeitos a adotarem comportamentos mais saudáveis. Considerando os marcos teóricos ora apresentados, o presente artigo buscará problematizar a concepção de saúde incorporada e divulgada pela BNCC, bem como, suas orientações para o currículo da escola brasileira.

3. Metodologia de estudo

Trata-se de estudo descritivo, de caráter documental a partir de fontes escritas primárias. Segundo TRIVIÑOS (2013) pesquisas descritivas com característica documental buscam descrever fatos, fenômenos de determinada realidade, além de “[...] reunir uma grande quantidade de informações sobre leis estaduais de educação, processos e condições escolares, planos de estudo, requisitos de ingresso, livros-texto, etc. (p. 111).

A pesquisa documental ampara-se em fonte de coleta de dados restrita a documentos, escritos ou não, de fontes primárias, sendo estas recolhidas ou não no momento em que um dado fato/acometimento ocorreu (MARCONI, LAKATOS, 2015).

MARCONI, LAKATOS (2015) definem fontes primárias como sendo documentos compilados, expressos em documentos de arquivos públicos, estatísticas, documentos de arquivos privados, cartas, contratos e publicações de órgãos de governo.

Foi tomada por fonte primária principal a versão final da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para o ensino fundamental e ensino médio, divulgada pelo Ministério da Educação no ano de 2017 visando apreender a concepção de saúde divulgada no texto legal.

Para sistematizar os antecedentes históricos que influenciaram a construção da BNCC foram acessadas fontes secundárias, como artigos, teses e dissertações que abordem o processo de elaboração da BNCC no Brasil.

Os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa documental obedeceu as seguintes etapas: a) identificação do documento oficial, fonte primária, que trata sobre a organização, estruturação da BNCC e demais documentos, fontes secundárias, que abordem os antecedentes históricos que influenciaram a construção da BNCC; b) leitura e sistematização do material tendo como guia os objetivos do estudo; c) análise e problematização do material que buscou atingir os objetivos proposto a fim de compor o texto final do trabalho.

4. Resultados

4.1 Histórico e Estrutura da Base Nacional Comum Curricular

Em consonância com a Constituição Federal de 1988, que determinou a educação obrigatória para todos, e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 9394/96, que em seu artigo 26 destacou a necessidade de uma base nacional comum para os currículos, o processo de construção de uma Base Nacional Comum Curricular começou a ser discutido em 2015, surgindo primariamente como uma substituição aos Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs), que tinham como crítica principal a baixa autonomia da escola nas escolhas dos conteúdos e metodologia de aprendizagem (CÂNDIDO, GENTILINI, 2017).

No quadro 1 é possível identificar, de forma sintética, os marcos legais que influenciaram a construção da BNCC.

Os documentos da BNCC passaram por algumas etapas e versões até a sua aprovação. A primeira versão foi disponibilizada entre setembro de 2015 e março de 2016 para consulta pública, sendo reformulada após o recolhimento de “sugestões e críticas” e disponibilizada no portal no dia 3 de maio de 2016 sua segunda versão. Entre junho e agosto

Quadro 1. Síntese dos marcos legais que amparam a construção da BNCC.

MARCO LEGAL	SÍNTESE DA PROPOSIÇÃO LEGAL
Constituição Federal de 1988 (BRASIL,1988).	Art. 210: faz referência aos conteúdos mínimos para o Ensino Fundamental, assegurando uma formação básica comum.
Lei de Diretrizes e Bases da Educação LDB. Lei nº 9.394/96. (BRASIL, 1996).	Art. 26: menciona que os currículos de todos os níveis da Educação Básica devem uma ter base nacional comum.
Parâmetros Curriculares Nacionais PCN, (BRASIL,1997).	Afirmam a necessidade de o Estado elaborar parâmetros curriculares para orientar as ações educativas, adequando-se aos ideais democráticos (PCN, 1997, p. 14).
Resolução nº4 do CNE, de 13 de julho de 2010. Define Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (BRASIL, 2010).	Art. 14: destaca a constituição de uma base nacional comum para a Educação Básica constitui-se de conhecimentos, saberes e valores produzidos culturalmente.
Plano Nacional de Educação (2014-2024) Lei nº 13.005, (BRASIL 2014).	Meta 2.2 e Meta 3.3: define a implantação dos direitos e objetivos de aprendizagem que configurarão BNCC para o Ensino Fundamental e Ensino Médio.
Diário Oficial da União. DOU. Portaria nº 592, de 17 de junho de 2015. (BRASIL, 2015).	Institui a comissão de especialistas para a elaboração de proposta da base nacional comum curricular, iniciando-se a discussão e elaboração da BNCC.

Fonte: BOSCATTO, IMPOLCETTO, DARIDO (2018).

de 2016 foram realizados 27 seminários estaduais para debater a segunda versão. Após nova necessidade de readequação da base, em conformidade com os interesses dos novos ocupantes do Ministério, foi lançado em janeiro de 2017 o documento “Fundamentos pedagógicos e estrutura geral da BNCC” a terceira versão da base, enviada no dia 6 de abril de 2017 para aprovação pelo Conselho Nacional de Educação (MARSIGLIA et al., 2017; MODERNA, 2018).

Em meados de 2017 foi entregue a versão final da BNCC e aprovada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) em dezembro do mesmo ano, ficando pendente apenas a parte referente à etapa do Ensino Médio, mas em dezembro de 2018 a base específica para o ensino médio foi aprovada pelo Conselho Nacional de Educação e homologada pelo Ministério da Educação.

Dessa forma, a BNCC teria como objetivo principal promover a equidade na educação, visto que tornaria padrão o conteúdo nas escolas brasileiras. Logo, esta visa oferecer oportunidades iguais aos discentes, por meio da padronização das aprendizagens essenciais que devem desenvolver ano a ano (MODERNA, 2018).

4.2 A Organização da Base Nacional Comum Curricular

De forma geral a BNCC está organizada em competências gerais, áreas do conhecimento e competências específicas. O documento elenca aprendizagens essenciais, ou seja, temas que o aluno deve assimilar ao longo da educação básica, assegurando que o mesmo desenvolva dez competências gerais.

A BNCC entende competência como “[...] a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e sócio emocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana” (BRASIL, 2018 p. 8). A oitava competência trata objetivamente da saúde, ao afirmar que o educando, ao final do processo educativo deve “conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas” (BRASIL, 2018 p. 10).

A base curricular do ensino fundamental está organizada em cinco áreas do conhecimento: linguagens, matemática, ciências da natureza, ciências humanas e ensino religioso; nas quais encontram-se nove componentes curriculares: língua portuguesa,

arte, educação física, língua inglesa, matemática, ciências, geografia, história e ensino religioso, que se desenvolvem nos anos iniciais (1º ao 5º ano) e/ou nos anos finais (6º ao 9º ano). Cada área do conhecimento possui competências específicas da área e cada componente curricular possui competências específicas do componente, que devem ser desenvolvidas pelo aluno ao longo desta etapa de escolarização (BRASIL, 2018).

As competências específicas possibilitam a **articulação horizontal** entre as áreas, perpassando todos os componentes curriculares, e também a **articulação vertical**, ou seja, a progressão entre o **Ensino Fundamental – Anos Iniciais** e o **Ensino Fundamental – Anos Finais** e a continuidade das experiências dos alunos, considerando suas especificidades. Para garantir o desenvolvimento das competências específicas, cada componente curricular apresenta um conjunto de **habilidades**. Essas habilidades estão relacionadas a diferentes **objetos de conhecimento** [...] que, por sua vez, são organizados em **unidades temáticas** (BRASIL, 2018 p. 28, grifo do autor).

As habilidades são os conhecimentos que o aluno deve apreender ao longo do ensino; estas não servem para delinear condutas esperadas do professor ou induzir a metodologias, cabendo aos currículos e projetos político-pedagógicos tal função, de acordo

com a realidade de cada instituição (BRASIL, 2018).

4.3 A saúde na Base Nacional Comum Curricular

A temática saúde está alocada na área de conhecimento de ciências, a qual está organizada em três unidades temáticas que são trabalhadas nas diferentes séries, sendo elas: 1) Matéria e energia; 2) Vida e Evolução e 3) Terra e Universo.

Cada uma das unidades temáticas é estruturada em um conjunto de habilidades, cuja complexidade aumenta progressivamente ao longo das séries.

A área de ciências da natureza objetiva o desenvolvimento da capacidade de atuação do educando sobre o mundo, compreendendo-o e interpretando-o. Especificamente a unidade temática “Vida e evolução”, em que os conteúdos da saúde estão alocados, enfoca a percepção do corpo humano, com destaque aos aspectos relativos a saúde (BRASIL, 2018).

O quadro 2 sistematiza e demonstra quais os temas vinculados à saúde deverão ser trabalhados ao longo das séries do ensino fundamental.

Desde a primeira versão, a proposição de uma BNCC sofre diversas críticas, em especial do próprio corpo docente brasileiro. O processo de silenciamento dos professores foi introduzido muito antes da consulta pública, quando em 2013, um grupo

Quadro 2. Relação de conteúdos da saúde a serem trabalhados nas séries do ensino fundamental

TEMAS	Séries								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Higiene pessoal	X								
Diversidade	X							X	
Acidentes domésticos		X							
Manutenção da saúde auditiva e visual			X						
Alterações corporais nos ciclos de vida			X					X	
Transmissão de micro-organismos				X					
Nutrição					X				
Sistemas corporais					X	X			
Uso de substâncias psicoativas						X			
Imunoprevenção							X		
Métodos contraceptivos								X	
Doenças de transmissão sexual								X	

Fonte: BRASIL (2018).

de especialistas havia se reunido para a discussão da adoção de uma base comum curricular. A partir desses acontecimentos ocorreram diversos seminários e eventos nacionais que colocavam em pauta tal questão, sem participação efetiva dos professores (CARVALHO, LOURENÇO, 2018).

A consulta pública realizada entre setembro de 2015 e março de 2016 pouco contribuiu para de fato haver mudanças significativas na base. CARVALHO, LOURENÇO (2018) em pesquisa identificaram que não havia sido disponibilizado tempo de trabalho para a discussão e análise da primeira versão, ou seja, caso o docente quisesse participar deveria utilizar seu tempo pessoal para tal atividade; o limite máximo de 800 caracteres limitava o profissional, não deixando expor sua opinião de forma geral e ampla, além da ausência de uma devolutiva aos professores e gestores que participaram da consulta. Nesse sentido, ao ser instaurada uma base comum curricular, junto com todas as condicionalidades de implementá-la, a autonomia do professor na sala de aula se torna limitada, visto que o espaço escolar será destinado a reprodução do conhecimento pré-estabelecido em um “manual” que deverá ser seguido. Assim, a responsabilização dos índices nacionais será quase que inteiramente atrelada a escolas e professores, que terão como tarefa primordial assegurar que os alunos aprendam o que fora designado pela base (SÜSSEKIND, 2014).

4.4 Temas e concepções de saúde subjacentes

Percebe-se que os temas, vinculados a saúde, são diversos e seguem uma organização considerando os ciclos de vida dos alunos, ou seja, nas séries iniciais a abordagem da saúde está articulada as questões de higiene, acidentes e início das alterações corporais nos ciclos de vida. Por outro lado, quando se inicia a segunda etapa do ensino fundamental é possível perceber que os assuntos incorporam as questões vivenciadas no período da adolescência.

A higiene pessoal caracteriza-se no texto oficial como uma das habilidades a serem desenvolvidas no primeiro ano da educação básica, tal habilidade está relacionada ao objeto de conhecimento “corpo

humano”, vinculado a unidade temática vida e evolução. O documento revela que o aluno desenvolver habilidades de “[...] discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde” (BRASIL, 2018 p. 333).

Parte-se do pressuposto que ao discutir ou ensinar temas vinculados à saúde é possível identificar dois encaminhamentos bem distintos, um que se apoia em uma concepção/abordagem restrita e outra ampla do que seja saúde, assim sendo, é necessário perceber como o conteúdo sobre hábitos de higiene é tomado na Base. Numa dimensão mais restrita na qual o foco é o aprender hábitos de higiene pessoal que os sujeitos praticariam naturalmente, levando ao entendimento de que basta ter informações para os indivíduos serem mais higienizados e, portanto, mais saudáveis. Por outro lado, numa concepção ampla, na qual os conhecimentos são valorizados, outros fatores como o acesso a água potável, produtos de higiene são determinantes para a sua realização, em outras palavras, além de saber como e porque deve ser feita a higiene é necessário ter as condições concretas para a sua realização.

Ao analisar as habilidades que a Base pretende desenvolver com os estudantes, é possível indicar que a reflexão sobre higiene se limita ao aspecto individual, ancorado em um conceito restrito de saúde, pois pela forma linear indica-se que a principal razão do conteúdo seria levar o aluno a entender que a higiene é necessária para manter a saúde, sem, contudo, aprofundar o que leva as pessoas a não ter hábitos adequados para manter a saúde.

Desde o século XX tem-se trabalhado higiene no contexto escolar, partindo do pressuposto de que a escola seria responsável por moldar comportamentos. A disseminação da cultura higienista previa que as crianças reproduziriam em casa os comportamentos apreendidos nas escolas e dessa forma diminuiriam os índices de doença da população. No entanto, desconsiderava-se o contexto social que estava a criança estava inserida, reduzindo a doença ao biológico (CASEMIRO et al., 2014). A

semelhança da abordagem da Base com a prática higienista revela-se os limites no desenvolvimento da habilidade higiene pessoal, pois além de ser superficial, pode ser ideológica, portanto, pouco eficaz para uma reflexão aprofundada da temática no campo da saúde dos indivíduos.

A diversidade humana, limitada aos aspectos físicos é tratada no documento no primeiro e oitavo ano, na unidade temática vida e evolução. No primeiro ano busca-se que o aluno compare “características físicas entre os colegas, reconhecendo a diversidade e a importância da valorização, do acolhimento e do respeito às diferenças” (BRASIL, 2018 p. 333) e no oitavo ano espera-se que o aluno desenvolva a habilidade de selecionar “argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética)” (BRASIL, 2018 p. 349).

A base deixa de expor, ao menos no que concerne à educação básica, a necessidade de se trabalhar as políticas públicas de respeito a diversidade, deixando mais uma vez implícito o conceito restrito de saúde. Percebe-se que, ao tratar sobre diversidade, no primeiro ano aborda de forma geral, como uma habilidade de conviver com diferentes sujeitos com atributos físicos diversos e no oitavo ano quando aproxima a temática diversidade com a dimensão da sexualidade humana, o texto foca as dimensões da sexualidade, mas exime a responsabilidade da “orientação sexual”, termo que estava presente na Base em versões anteriores. Por outro lado, a diversidade de gênero foi excluída explicitamente e totalmente do texto final, não há em nenhum momento, nem de forma implícita, a possibilidade de trabalhar alguma habilidade referente a esse conteúdo.

Segundo FACCHINI (2017) o principal argumento que sustenta a postura de que seria restrito à família a educação de seus filhos, temas relacionados à identidade de gênero e orientação sexual. Contudo a autora adverte que:

[...] Quem está na sala de aula sabe, porém, que as famílias são diversas e que muitas vezes constituem espaços para a violação dos direitos das crianças e adolescentes. Além disso, muitos pais têm dificuldades de abordar esses

temas. Essa medida intensifica a desresponsabilização dos gestores da educação com assuntos que já estão presentes no mundo escolar (FACCHINI, 2017 p. 1).

FERREIRA (2015), em reflexão acerca do conceito de diversidade na BNCC, concluiu que nas últimas décadas o conceito diversidade tem sido usado como um termo vazio de significado e como instrumento em favor de uma retórica política, sendo que esse processo inibe um debate teórico consistente acerca do seu significado e implicações, sejam elas legais, políticas, educacionais, culturais dentre outras, gerando [...] um vácuo no debate sobre a base curricular nacional” (p. 311).

Conclui-se que a apresentação do termo diversidade pode ser um movimento progressista no campo da construção do currículo nacional, mas ao não ser de fato entendido em suas dimensões pode tornar-se inócuo a sua utilização no campo da formação de novas gerações. A evidência dessa questão está explícita no documento da base quando há a indicação de que espera-se que o aluno que desenvolva a “habilidade de selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana [...]” (BRASIL, 2018 p. 349) o que não significa que esse aluno assimilará de forma racional o conceito de diversidade sexual, pois dimensão e diversidade possuem diferenças, enquanto que a primeira está relacionada a grandeza, proporção a segunda relaciona-se a variedade, a multiplicidade (PRIBERAN, 2019).

O tema acidentes domésticos é abordado no segundo ano, na unidade temática matéria e energia, na qual o foco seria a habilidade de “Discutir os cuidados necessários à prevenção de acidentes domésticos (objetos cortantes e inflamáveis, eletricidade, produtos de limpeza, medicamentos etc.)” (BRASIL, 2018 p. 335) destaca-se o desenvolvimento de atitudes individuais do aluno.

Em relação aos acidentes domésticos é necessário que os sujeitos aprendam formas para evitar situações que levem a danos físicos e não apenas habilidade de discutir. Essa temática exige domínio de certos saberes que levarão a posturas mais cautelosas. VIEIRA et al., (2012) trabalharam conteúdos

relacionados a acidentes domésticos através do lúdico: partindo do pressuposto de que um ensino despertado pelo interesse do aprendiz traz resultados mais efetivos, foram utilizados jogos e brincadeiras que além de ensinar o aluno a identificar potenciais perigos no ambiente familiar, criou situações-problema também no ambiente escolar. Nesse sentido, as autoras despertam a importância da promoção da saúde no contexto escolar, ao incitar no aluno a consciência de ser sujeito da sua saúde e não da doença.

No terceiro ano, na unidade temática matéria e energia, espera-se que seja realizada a discussão dos “hábitos necessários para a manutenção da saúde auditiva e visual considerando as condições do ambiente em termos de som e luz” (BRASIL, 2018 p. 337), trabalhando assim a manutenção da saúde auditiva e visual dos alunos. A discussão de hábitos, como trata o documento, restringe o entendimento do que é saúde ao não levar em consideração os aspectos sociais do indivíduo, ou seja, a coletividade na qual ele está inserido.

Segundo FERREIRA (2009) ao se tratar o tema saúde há um discurso que se centra em recomendações, advertências com forte apelo à mudança de comportamento individual como estratégia irrefutável para garantir a saúde. O autor problematiza que as posturas individuais são importantes para a saúde, contudo é uma faceta do entendimento do processo saúde-doença, pois:

[...] não é possível afirmar que repousa exclusivamente sobre seus ombros toda a responsabilidade pela adoção de certos comportamentos. Isso seria verdadeiro se os indivíduos pairassem sobre a realidade concreta (e dura para a maior parte dos brasileiros). Na prática, os hábitos apontados como principais fatores de risco para doenças crônicas não-transmissíveis são influenciados pelo contexto socio-político-econômico em que as pessoas vivem, pelo salário que recebem, pelas condições de trabalho que têm, pelo tempo livre de que dispõem e pelos [precários] serviços de saúde e de educação a que têm acesso (FERREIRA, 2009 p. 19).

Dessa forma, focar no desenvolvimento de habilidades individuais, sem considerar o contexto sócio-político-econômico, torna-se inócuo no atual

cenário brasileiro.

As alterações corporais nos ciclos de vida, trabalhadas no terceiro e oitavo ano, se enquadram na unidade temática vida e evolução, em que o aluno deve desenvolver a habilidade de “Descrever e comunicar as alterações que ocorrem desde o nascimento em animais de diferentes meios terrestres ou aquáticos, inclusive o homem” (BRASIL, 2018 p. 337) e “Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso” (BRASIL, 2018 p. 349). Percebe-se que o foco do conteúdo, as mudanças corporais, estão nas alterações hormonais, não há indicação de como o social e do cultural podem interagir com tais alterações biológicas.

RABELLO, PASSOS (2011) dissertaram que o processo de evolução humana não é linear nem tampouco definido apenas por processos de maturação biológicos, sendo o contexto cultural o principal fator influente no que concerne o desenvolvimento humano. Em consonância com a teoria de Vygotsky, os autores defendem que é necessário a participação do sujeito em ambientes que favoreçam a aprendizagem ao considerar que o aluno enquanto ser pensante é capaz de aliar o que é aprendido na escola com sua realidade social. Dessa forma, trabalhar com conceitos puramente biológicos, como apresenta a Base, limita a capacidade de desenvolvimento do aluno além de desconsiderar toda a interação social envolvida no processo de maturação.

Segundo BOCK (2007) é possível perceber conceituações sobre o desenvolvimento humano que não se limitem aos aspectos biológicos do processo. A autora discute como a fase da adolescência tem sido tomada como algo natural e como etapa biológica e contrapõem-se ao indicar que o ser humano é resultado de diversas relações, interações, é um “[...] um ser constituído no seu movimento e ao longo do tempo, pelas relações sociais, pelas condições sociais e culturais engendradas pela humanidade” (p. 67).

No quarto ano trabalha-se a transmissão de microrganismos na unidade temática vida e evolução. Ao “propor, a partir do conhecimento das formas de

transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para a prevenção de doenças a eles associadas” (BRASIL, 2018 p. 339).

Para além da proposta de abordar os microrganismos, acima destacado, percebe-se que ao longo da exposição das unidades temáticas, dos objetos de conhecimento e das habilidades vinculados ao tema saúde o foco está no processo de prevenção de doenças, no sentido de desenvolver nos sujeitos atitudes para uma vida saudável.

CZERESNIA (2009) trabalha o conceito de prevenção como recomendações para modificações do estilo de vida através do conhecimento científico, tal qual sugere o documento analisado ao esperar que os alunos desenvolvam as habilidades listadas em cada série. Ainda para a autora, a promoção da saúde transcende a ideia de que basta saber a fisiopatologia das doenças e seus métodos de controle: “a ideia de promoção de saúde envolve o fortalecimento da capacidade individual e coletiva para lidar com a multiplicidade dos condicionantes da saúde” (CZERESNIA, 2009 p. 51).

Dentro da perspectiva progressista de promoção de saúde, acentua-se a participação do Estado na criação de políticas públicas que forneçam subsídios para desenvolver tal fortalecimento na população brasileira (CZERESNIA, 2009).

Nesse sentido o Relatório Final da VIII Conferência de Saúde (1986) registrou por garantir a promoção de saúde através da participação do Estado, em todos os níveis setoriais, a fim de garantir a assistência integral ao ser humano. O documento ainda deixa claro a necessidade de se trabalhar com o desenvolvimento do conceito amplo de saúde e vai além ao afirmar que “as limitações e obstáculos ao desenvolvimento e aplicação do direito à saúde são de natureza estrutural” (BRASIL, 1986 p. 5).

O objeto de conhecimento de nutrição aparece no quinto ano, na unidade temática vida e evolução. “Organizar um cardápio equilibrado com base nas características dos grupos alimentares (nutrientes e calorias) e nas necessidades individuais (atividades realizadas, idade, sexo etc) para a manutenção

da saúde no organismo” (BRASIL, 2018 p. 341) e “Discutir a ocorrência de distúrbios nutricionais (como obesidade, subnutrição etc.) entre crianças e jovens a partir da análise de seus hábitos (tipos e quantidade de alimento ingerido, prática de atividade física etc) (BRASIL, 2018 p. 341) tais habilidades que o documento traz como necessárias para a construção da educação do aluno estão associadas implicitamente a um conceito restrito de saúde por ter enfoque no sujeito.

Ao considerar que alimentar-se nunca é uma atividade puramente biológica, PACHECO (2008 p. 220) salienta que:

Entre os profissionais e estudantes de nutrição, as dimensões socioculturais não são ignoradas na discussão sobre hábito alimentar. Os trabalhos nesta área enfocam temas que abrangem o processo de formação e modificação dos hábitos via veículos socializadores como a família, as determinações socioeconômicas geradas pela desigualdade no acesso e possibilidade de consumo dos alimentos e as barreiras impostas pela tradição na modificação de hábitos arraigados.

Assim sendo, o texto da BNCC desconsidera que a nutrição seja expressa pelas condições concretas de vida das pessoas (socioeconômicas), ou seja, que os hábitos sejam construções históricas (principalmente se considerado a pluralidade econômica e cultural brasileira), e parte do princípio de que o cardápio seja escolhido com base no gosto individual de cada sujeito.

Os objetos de conhecimento relacionados à nutrição do organismo, hábitos alimentares e integração entre os sistemas digestório, respiratório e circulatório devem ser trabalhados como sistemas corporais no quinto e sexto ano, na unidade temática vida e evolução. A descrição das habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos, quanto aos objetos de conhecimentos acima descritos refere-se a ideia de que estes selecionem “[...] argumentos que justifiquem por que os sistemas digestório e respiratório são considerados corresponsáveis pelo processo de nutrição do organismo, com base na identificação das funções desses sistemas” (BRASIL, 2018 p. 341), justifiquem “[...] a relação entre o funcionamento

do sistema circulatório, a distribuição dos nutrientes pelo organismo e a eliminação dos resíduos produzidos” (BRASIL, 2018 p. 341), justifiquem “o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções” (BRASIL, 2018 p. 345), expliquem “[...] a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão” (BRASIL, 2018 p. 345) e deduzam “[...] que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso” (BRASIL, 2018 p. 345). Cabe ressaltar que as habilidades descritas centram-se nos aspectos fisiológicos do processo corporal em relação a nutrição e aos sistemas envolvidos, aspectos importantes para o entendimento do funcionamento biológico do corpo humano, ou seja, é papel da escola ensinar que o corpo possui funções específicas que são iguais para todos da espécie, mas também é fundamental ensinar que as funções biológicas são alteradas por elementos externos ao corpo, por aspectos sociais, econômicos e culturais. RUIZ (2014) indica o valor pedagógico da argumentação no ensino sobre alimentação destacando que a realização de questões sociocientíficas permite que os alunos exponham seus pontos de vista e no processo de ensino desenvolvam uma perspectiva crítica ao identificarem diferentes concepções e entendimentos.

Ainda no sexto ano trabalha-se o uso de substâncias psicoativas e espera-se que o aluno desenvolva a habilidade de “explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas” (BRASIL, 2018 p. 345). Dessa forma, não sendo trabalhado os riscos e fatores sociais da drogadição, visivelmente encontramos um conceito restrito de saúde, pois ao deixar subentendido que o tema deva ser abordado com adolescentes pode ser que a problematização sobre a drogadição não seja tomada como conteúdo a ser abordado em sala. A imunoprevenção é tratada na unidade temática

vida e evolução e tem por objeto de conhecimento “Programa e indicadores de saúde pública” no sétimo ano, tendo como foco na habilidade de “Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva para a erradicação de doenças” (BRASIL, 2018 p. 346) é uma habilidade que se espera que o aluno desenvolva, aparecendo um conceito amplo de saúde, pois explicita que a construção da saúde pública se dará pela integração da comunidade como um todo.

No sétimo ano propõe-se ainda a discussão de políticas públicas em saúde, articulada à unidade temática vida e evolução, em que o aluno deve “interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas a saúde” (BRASIL, 2018 p. 347). Ao relacionar o papel do Estado na criação de políticas públicas com indicadores de saúde o documento expõe um conceito amplo de saúde.

As condições sociais em que as pessoas nascem, vivem e crescem, ou seja, condições de habitação, educação, situação econômica e emprego, são denominados determinantes sociais. Para a promoção de saúde, considerar tais aspectos torna-se essencial, pois entende-se que o sujeito faz parte de um contexto social e não deve ser visto individualmente. Segundo TRAVASSOS, CASTORS (2013), estudos brasileiros que buscaram analisar o papel dos determinantes e desigualdades sociais no acesso e na utilização de serviços de saúde encontraram que, além das camadas sociais menos favorecidas procurarem com menor frequência os serviços, esta procura está geralmente associada a uma situação de agravamento no estado de saúde. Logo, não basta oferecer um sistema que atenda às necessidades de saúde da população: é necessário educar os cidadãos acerca dos serviços oferecidos e da importância da

autonomia sobre a sua saúde.

A temática adoção de métodos contraceptivos é trabalhada na unidade temática vida e evolução a qual visa desenvolver nos alunos a habilidade de “comparar o modo de ação e a eficácia dos diversos métodos contraceptivos e justificar a necessidade de compartilhar a responsabilidade na escolha e na utilização do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce indesejada e de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST)” (BRASIL, 2018 p. 345) deve ser desenvolvida pelos alunos no oitavo ano. O foco no indivíduo deixa subentendido um conceito restrito de saúde. BOUZAS, PACHECO, EINSTEIN (2004) defendem que a escolha de métodos contraceptivos na adolescência deve considerar o contexto social e familiar, bem como das características específicas dessa fase, visto que o período é marcado por mudanças corporais e comportamentais intensas. Assim, ao deixar de abordar esses aspectos, como traz o documento, faz com que essa abordagem se torne pouco efetiva e mais “mecânica”, do que realmente abrir o espaço escolar para a discussão desse assunto.

Ainda no oitavo ano é indicada a habilidade voltada para as doenças sexualmente transmissíveis, na unidade temática vida e evolução. “Identificar os principais sintomas, modo de transmissão e tratamento de algumas doenças de transmissão sexual (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção” (BRASIL, 2018 p. 349) são características de um conceito de saúde amplo, em que a discussão de estratégias e métodos de prevenção fomentam a participação dos alunos no desenvolvimento da autonomia do seu processo de educação voltada para a saúde.

A terminologia doenças sexualmente transmissíveis inspira desatualização do documento considerando que o termo foi substituído pela nomenclatura IST's (Infecções Sexualmente Transmissíveis) após recomendação da mesma pela Organização Mundial da Saúde, (OMS) pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPS), pela sociedade científica e por alguns países conforme o Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas (PCDT) de Atenção Integral às Pessoas

com Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST) (BRASIL, 2015).

Com o estudo identificou-se que no nono ano não foram elencados nenhum tema/habilidade pertinentes a temática saúde.

5. Conclusão

Ao buscar apreender a concepção de saúde divulgada no texto legal da Base Nacional Comum Curricular foi possível identificar os conteúdos vinculados à temática saúde que foram selecionados para serem trabalhados nas séries do ensino fundamental, sendo que dos treze temas identificados, dez deles apresentaram explicitamente um conceito restrito de saúde, entre eles: higiene pessoal, mudanças corporais e temas relacionados a nutrição.

Além disso, a recorrência da expressão prevenção e manutenção da saúde reforçam o enfoque nos sujeitos, tomando o indivíduo como elemento central e responsável por seu estado de saúde, muitas vezes, sem interação com seu meio.

Os temas em que aparece um conceito mais amplo de saúde, imunoprevenção, DST's e políticas públicas em saúde, leva em consideração o indivíduo como parte de um meio social e reconhece, mesmo que discretamente, o papel do Estado para a manutenção de condicionantes de saúde.

A organização do currículo na forma de habilidades recupera a discussão levantada por SUSSEKIND (2014) no qual o Estado, da forma como foi apresentada na Base joga para o professor a responsabilidade de gerar nos alunos a autonomia de se pensar em saúde.

Logo, a concepção de saúde incorporada pela BNCC, majoritariamente, é restrita, sendo que secundariza o contexto social em que a saúde ou a doença são produzidas. Retomando o conceito progressista de promoção de saúde levantado por CZERESNIA (2009), em que a participação do Estado na criação de políticas públicas deve fortalecer nos indivíduos a capacidade de se lidar com os múltiplos condicionantes de saúde, e o compromisso brasileiro firmado desde 1992 com a Declaração de Bogotá

de “[...] impulsionar o conceito de saúde condicionada por fatores políticos, econômicos, sociais, culturais, ambientais, de conduta e biológicos, e a promoção de saúde como estratégia para modificar esses fatores condicionantes” (BRASIL, 2002 p. 46), o discurso divulgado pela Base representa um retrocesso na criação de uma cultura de saúde que forma indivíduos autônomos e críticos em relação a sua saúde.

6. Referências

- BOCK, A. M. A adolescência como construção social: estudo sobre livros destinados a pais e educadores. *Psicol. Esc. Educ.*, Campinas, v. 11, pp. 63-76. 2007. Doi.org/10.1590/S1413-85572007000100007.
- BOSCATTO, J. D.; IMPOLCETTO, F. M.; DARIDO, S. C. A Base Nacional Comum Curricular: uma proposição necessária para a Educação Física? *Motrivivência*, Florianópolis, v. 28, pp. 96-112. 2016. Doi.org/10.500/21758042.2016v28n48p96.
- BOUZAS, I.; PACHECO, A.; EISENSTEIN, E. Orientação dos principais contraceptivos durante a adolescência. *Adolescência & Saúde*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, pp. 27-33. 2004.
- BRASIL. Lei 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Brasília, 1971. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em 20 abr. de 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. VIII Conferência Nacional de Saúde. Brasília, 1986.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Lei no 8080 de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Brasília, 1990.
- BRASIL. Ministério da Saúde. As Cartas da Promoção da Saúde. Brasília, 2002. Disponível em: <http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/cartas_promocao.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Educação. Caderno do Gestor do PSE. Brasília, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. Brasília, 2018, pp. 1-600. Disponível em: <http://base-nacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI-EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 07 maio de 2018.
- CÂNDIDO, R. K; GENTILINI, J. A. Base Curricular Nacional: reflexões sobre autonomia escolar e projeto político-pedagógico. *Revista Brasileira de Política e de Administração da educação*, Porto Alegre, v. 33, pp. 323-336. 2017. Doi 10.21573/vol33n22017.70269.
- CARVALHO, E. J. G.; PICOLI, E. S. A. Políticas de flexibilização curricular: uma análise sobre o Programa Ensino Médio Inovador (Proemi). *Educere & Educare – Revista da Educação*, v. 12, n. 242, pp. 1-20. 2007.
- CARVALHO, J. M.; LOURENCO, S. O silenciamento de professores da Educação Básica pela estratégia de fazê-los falar. *Pro-Posições*, Campinas, v. 29, pp. 235-258. 2018. Doi.org/10.1590/1980-6248-2017-0007.
- CASEMIRO, J. P. et al. Promover saúde na escola: reflexões a partir de uma revisão sobre saúde escolar na América Latina. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, pp. 829-840. 2014. Doi.org/10.1590/1413-81232014193.00442013.
- COSTA, S.; GOMES, P. H. M.; ZANCUL, M. S. Educação em Saúde na escola na concepção de professores de Ciência e de Biologia. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012. Anais [...] Campinas: Universidade Estadual de Campinas- Unicamp, 2012.
- CZERESNIA, D. O conceito de saúde e a diferença entre prevenção e promoção. In: *Promoção da Saúde: conceitos, reflexões, tendências*. Ed. Fiocruz. Rio de Janeiro: Brasil, 2009, p. 43- 57.
- FACCHINI, R. Especialistas veem retrocesso em supressão do termo ‘orientação sexual’ da base curricular. *Jornal da Unicamp*, São Paulo, 2017.
- FERREIRA, M. S. Saúde uma questão de Estilo de vida? *Radis*, Rio de Janeiro, n. 78, pp. 19, 2009.

- FERREIRA, W. B. O conceito de diversidade na BNCC: relações de poder e interesses ocultos. *Revista Retratos da Escola, Brasília*, v. 9, n. 17, pp. 299-319. 2015.
- KUENZER, A. Z. Trabalho e escola: a flexibilização do Ensino Médio no contexto do regime de acumulação flexível. *Educ. Soc.*, Campinas, v. 38, n. 139, pp. 331-354. 2017. Doi.org/10.1590/es0101-73302017177723
- MACEDO, B. Base Nacional Comum para Currículos: Direto de aprendizagem e desenvolvimento para quem? *Educ. Soc.*, Campinas, v. 36, n. 133, pp. 891-908. 2015.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostras e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. Ed. Atlas. São Paulo: Brasil, 2015.
- MARSIGLIA, A. C. G.; et al. A Base Nacional Comum Curricular: um novo episódio de esvaziamento da escola no Brasil. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate, Salvador*, v. 9, pp. 107-121. 2017. Doi.org/10.9771/gmedv9i1.21835.
- MODERNA. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Fundamental: Material para o Professor. Ed. Moderna. São Paulo: Brasil, 2018.
- PACHECO, S. S. M. O hábito alimentar enquanto um comportamento culturalmente produzido. In: FREITAS, M. C. S.; FONTES, G. A. V., OLIVEIRA, N. Escritas e narrativas sobre alimentação e cultura. EDUFBA, Salvador: Brasil, 2008, pp. 217-38.
- PRIBERAN. Dicionário da Língua Portuguesa. Termo Diversidade. 2008-2013.
- RABELLO, E. T.; PASSOS, J. S. Vytgotsky e o desenvolvimento humano. *Portal Brasileiro de Análise Transacional*, 2010, pp. 1-10 Disponível em <<http://www.josesilveira.com>>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- RUIZ, M. Alimentos naturales vs alimentos artificiais? Un problema real de nutrición?: una propuesta, de enseñanza para grado sexto a partir de las cuestiones sociocientíficas. *Góndola: Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias*. v. 9, n. 1, 2014, pp. 62-77.
- SAVIANI, D. Escola e Democracia: Campinas: Autores Associados, 2012.
- SAVIANI, D. Pedagogia Histórico- Crítica: primeiras aproximações. 11. ed. 1. Reimpr. Campinas: Autores Associados, 2012.
- SILVA, P. R. et al. Concepciones de futuros profesores de Biología, brasileiros y portugueses sobre valores éticos de la ciencia. *Góndola: Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias* v. 6, n. 1, 2001, pp. 9-20.
- SÜSSEKIND, M. L. As (im) possibilidades de uma Base Comum Nacional. *Revista e-Curriculum, São Paulo*, v. 12, n. 03, pp. 1512-1529. 2014.
- TRAVASSOS, C.; CASTRO, M. S. M. Determinantes e desigualdades sociais no acesso e na utilização de serviços de saúde. In: GIOVANELLA, L. et al. Políticas e sistema de saúde no Brasil. Ed. Fiocruz, Rio de Janeiro: Brasil, pp.183-206. 2013.
- TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação. Ed. Atlas. São Paulo: Brasil, 2013.
- VIEIRA, L. J. E. S. et al. O lúdico na prevenção de acidentes em crianças de 4 a 6 anos. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 18, pp. 78-84. 2012. Doi.org/10.5020/18061230.2005.p78
- YOUNG, M. O futuro da educação em uma sociedade do conhecimento: o argumento radical em defesa de um currículo centrado em disciplinas. *Revista Brasileira de Educação*, v. 16, n. 48, pp. 609-810. 2011.
- YOUNG, M. Superando a crise na teoria do currículo: uma abordagem baseada no conhecimento. *Cadernoscenpec, São Paulo*, v. 3, n. 2, pp. 225-250. 2013. Doi.org/10.18676/cadernoscenpec.v3i2.238





ANÁLISE DE DISCURSOS DE ESTUDANTES DE ENSINO SUPERIOR SOBRE RADIOATIVIDADE E SUAS RELAÇÕES CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE

DISCOURSES ANALYSIS OF UNDERGRADUATE STUDENTS ON RADIOACTIVITY AND ITS RELATIONSHIPS SCIENCE-TECHNOLOGY-SOCIETY

ANÁLISIS DE DISCURSOS DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR SOBRE RADIATIVIDAD Y SUS RELACIONES CIENCIA-TECNOLOGÍA-SOCIEDAD

Lourdilene Silva Brito* y Luciana Nobre de Abreu Ferreira**

Cómo citar este artículo: Brito, L. S. y Ferreira, L. N. A. (2021). Análise de discursos de estudantes de ensino superior sobre radioatividade e suas relações ciência-tecnologia-sociedade. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 328-345. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16262>

Resumo

Nesta pesquisa apresentamos a análise de perguntas formuladas por estudantes de ensino superior provenientes de diferentes cursos de Ciências da Natureza. A proposta foi desenvolvida em um curso de extensão universitária destinado ao ensino de radioatividade e estruturado segundo a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade. Com o objetivo de promover reflexões para uma tomada de decisão, provocamos questionamentos nos estudantes a partir da exibição de vídeos concernentes à temática. As perguntas foram analisadas com base na linha francesa da análise de discurso, na perspectiva de Eni Orlandi, especialmente a Tipologia do Discurso. O estudo permitiu verificar indagações de cunho conceitual, científico, histórico, social, tecnológico e de saúde, as quais tenderam para discursos predominantemente autoritários. No entanto, também foram observados deslocamentos de sentido, configurando discursos que tendiam ao polêmico, o que demonstra um posicionamento desejável em ambientes de ensino por parte dos alunos. Os resultados apontam indícios de desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, de modo que, ao produzirem múltiplos sentidos sobre o tema, ampliam a rede de conhecimentos e valores necessários ao processo de tomada de decisão

Palavras Chave: Educação científica. Ensino superior. Linguagem. Perguntas de estudantes.

Recibido: 05 de mayo de 2020; aprobado: 01 de octubre de 2020

* Mestre em Química. Universidade Federal do Piauí, Brasil. E-mail: lourdilenebrito@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0655-9801>

** Doutora em Ciências. Docente da Universidade Federal do Piauí, Brasil. E-mail: luciananobre@ufpi.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3505-9523>

Abstract

This research presents the analysis of questions asked by undergraduate students of higher education, from different courses in Natural Sciences. The proposal was developed in a university free course, aimed at teaching radioactivity, and structured according to the Science-Technology-Society approach. To promote reflections for decision-making, we provoke questions in students from the display of videos concerning the theme. The questions were analyzed based on the french line of discourse analysis, from the perspective of Eni Orlandi, especially the Discourse Typology. The study allowed to verify questions of a conceptual, scientific, historical, social, technological, and health nature, which tended to predominantly authoritarian discourses. However, displacement signification was also observed, configuring discourses that tended for the polemic, demonstrating a desirable position in teaching environments by students. Results point to signs of development of student's critical thinking, so that, by producing multiple meanings on the topic, they expand the network of knowledge and values necessary for the decision-making process.

Keywords: Science education. Higher Education. Language. Student questions.

Resumen

En esta investigación presentamos el análisis de preguntas formuladas por estudiantes de educación superior de diferentes cursos de Ciencias Naturales. La propuesta se desarrolló en un curso de extensión universitaria, orientado a la enseñanza de la radiactividad y estructurado según el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad. Con el fin de promover reflexiones para la toma de decisiones, provocamos preguntas en los estudiantes a partir de videos sobre el tema. Las preguntas fueron analizadas con base a la línea francesa de análisis del discurso, desde la perspectiva de Eni Orlandi, especialmente la tipología del discurso. El estudio permitió verificar preguntas de naturaleza conceptual, científica, histórica, social, tecnológica y de salud, que tendían a discursos predominantemente autoritarios. Sin embargo, también se observaron cambios en el significado, configurando discursos con tendencia a la polémica, lo que demuestra una posición deseable en los estudiantes. Los resultados apuntan a signos de desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes, de modo que, al producir múltiples significados sobre el tema, expanden la red de conocimiento y de valores necesarios para el proceso de toma de decisiones.

Palabras clave: Educación científica. Enseñanza superior. Lenguaje. Preguntas de los estudiantes.

1. Introdução

É evidente a expressiva contribuição da ciência e da tecnologia nos mais diversos setores da sociedade, possibilitando à humanidade significativos

avanços. Entretanto, esse elo não acarreta apenas progressos, uma vez que a sociedade não se encontra isenta de ocorrências danosas (CHRISPINO et al., 2013). É fundamental, portanto, uma postura

crítica e reflexiva dos indivíduos frente ao desenvolvimento científico e tecnológico, a qual requer uma educação mais comprometida com esta demanda social e problematizadora da realidade (BISPO FILHO et al., 2013).

Um tema científico de forte impacto social e tecnológico é a radioatividade. Podemos apontar inúmeras contribuições que o conhecimento deste fenômeno trouxe para a humanidade. No entanto, aspectos envolvendo este tema costumam ser controversos. Se por um lado fala-se em geração de energia elétrica com matéria prima baixo custo, por outro temos problemas associados aos resíduos gerados e ao medo constante de acidentes. Outro aspecto debatido sobre o tema diz respeito ao seu uso em projetos militares e seus efeitos devastadores, como em Hiroshima e Nagasaki (GARCÍA CARMONA; CRIADO, 2008). Apesar de tão presente no cotidiano, a temática ainda apresenta dificuldades específicas de ensino-aprendizagem, a qual requer um tratamento didático adequado que pode ajudar a compreender os riscos associados a essa deficiência (CAO; CASTIÑEIRAS, 2015).

Em sala de aula, trabalhar situações controversas estimula o processo de produção do conhecimento científico, de forma que os estudantes possam participar ativamente de contextos sociais e julgá-los responsabilmente (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). No ensino de ciências, os conteúdos podem ser desenvolvidos relacionando-os com as decorências sociais, ambientais, políticas, entre outras, proporcionando um bom vínculo entre o conhecimento científico e os problemas relevantes para a sociedade.

Com base nessa realidade, muitos pesquisadores têm procurado estabelecer o papel que as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade têm na educação (TORO-BAQUERO, 2014). A relação entre essas três dimensões com o ensino de ciências vem sendo defendida como um princípio norteador de uma educação voltada à cidadania, privilegiando uma aprendizagem significativa de conhecimentos científicos e tecnológicos em consonância com a sociedade (SILVA; MARCONDES, 2015).

Nessa perspectiva, a abordagem CTS de ensino em aulas de Ciências permite modificar a imagem neutra da ciência, oferecendo aos estudantes maior interesse, criticidade e auxílio na resolução de problemas de ordem pessoal e social (BUFFOLO; RODRIGUES, 2015). SANTOS e SCHNETZLER (2003) destacam que tal enfoque proporciona a formação do indivíduo tendo em vista o uso racional do conhecimento científico e o desenvolvimento de valores de participação social. Face ao exposto, é importante que as atividades com foco CTS sejam organizadas em torno de temas sociais, que tenham significados concretos aos estudantes, viabilizando sua participação. Devem ser trabalhadas multidisciplinarmente e os conceitos de forma correlata, a fim de fundamentar os vários aspectos do conhecimento estudado (CARMELLO et al., 2010).

Diante de tais ideias, pesquisas destacam a alfabetização científica como principal objetivo da abordagem de ensino CTS, apontando para a formação de indivíduos aptos a participarem de processos de tomada de decisão que envolvam aspectos científicos e tecnológicos na sociedade (LIMA JUNIOR et al. 2014). Nesse sentido, no presente trabalho fizemos uso da abordagem CTS para o tratamento da temática radioatividade no ensino de ciências, através da aplicação e investigação de uma proposta de ensino no nível superior. Procuramos, a partir deste estudo, responder à seguinte questão de investigação: A análise crítica de vídeos sobre a temática radioatividade permite formulações que sinalizam um processo de tomada de decisão sobre o tema? Logo, esperamos incentivar estudantes a analisarem criticamente fatos e valores envolvendo diferentes aspectos da radioatividade, de modo que possam desenvolver capacidade para a tomada de decisões relevantes de cunho científico, tecnológico e social.

2. Abordagem CTS

Devido aos acontecimentos decorrentes da Segunda Guerra Mundial, o progresso científico e tecnológico tornou-se controverso, estando em conflito o bem estar social e as catástrofes advindas do

desenvolvimento da ciência. Tais questões resultaram em manifestações críticas no tocante ao desenvolvimento científico e tecnológico, ainda que não tão significativos na época (ARAÚJO; SILVA, 2012). O movimento CTS teve início em meados de 1960, notadamente em países capitalistas da América do Norte e Europa, impulsionado pela preocupação com os problemas políticos e econômicos advindos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia e com a melhoria do bem-estar social (KIST; FERRAZ, 2011). O movimento, então, tem sido base para a construção de currículos em vários países, especialmente os de ciências, priorizando uma alfabetização científica e tecnológica relacionada ao contexto social (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). No Brasil ainda é recente o surgimento de cursos CTS, acontecendo na década de 1990, com publicação de artigos sobre o assunto (MUNDIM; SANTOS, 2012).

Desde o início do movimento, um dos principais campos de investigação e ação social do movimento CTS têm sido o educativo, tendo repercutido e ganhado adeptos especialmente na educação em ciências, seja em nível básico, superior ou mesmo em pesquisas de cunho educacional, priorizando uma alfabetização científica e tecnológica relacionada à sociedade (CARMELLO et al. 2010). KIST e FERRAZ (2011) apontam a relevância da compreensão da sociedade quanto a não neutralidade da atividade científica, visto que a ciência e a tecnologia apresentam problemas e impactos de cunho tanto positivo como negativo que podem afetar as esferas sociais nas quais atua.

O enfoque CTS na educação em ciências fundamenta a importância da educação científica aliada à formação para a cidadania, a fim de que o aluno construa conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade (RIBEIRO; GENOVESE, 2015). Partindo desse propósito geral, a literatura apresenta alguns objetivos mais específicos, pertinentes à abordagem CTS, como proporcionar o letramento científico dos indivíduos; motivar a estima dos alunos pela ciência e

tecnologia, bem como estabelecer suas relações com a sociedade e, especialmente, promover nos estudantes aptidões de pensamento crítico, raciocínio lógico, resolução criativa de problemas, sobretudo a tomada de decisões (MUNDIM; SANTOS, 2012). Nesse sentido, pondera-se que não sejam ressaltadas apenas dimensões conceituais no processo de ensino-aprendizagem, mas que as informações vivenciadas em sala de aula tenham relação com o cotidiano do aluno (FIRME; AMARAL, 2011).

3. Radioatividade

Situações concernentes à radioatividade encontram-se fortemente presentes na sociedade desde a sua gênese. Consideramos relevante que o ensino de radioatividade seja apresentado pautando-se em suas relações científicas, tecnológicas e sociais. É importante que o estudante compreenda que sua descoberta foi marcada intensamente por questões sociais, visto que outras pesquisas de caráter semelhante estavam sendo desenvolvidas na época (LIMA; PIMENTEL; AFONSO, 2011), sem contar as intensas lutas políticas e sociais vividas por seus precursores. Como referência a esses impactos sociais, mencionamos acontecimentos como os dois prêmios Nobel dados à Marie Curie, em uma época na qual a imagem feminina era intensamente menosprezada. Na medicina, ainda nos primeiros anos do seu estudo, o elemento rádio passou a ser utilizado no tratamento de doenças como o câncer (CORDEIRO; PEDUZZI, 2011) e, durante a primeira guerra mundial, máquinas portáteis de raios X foram desenvolvidas a fim de ajudar soldados combatentes com feridas da guerra (STRATHERN, 2000). Logo depois, com o conhecimento das reações em cadeia, veio a ideia bélica de fissão nuclear, o que repercutiu nos meios político, social e militar, culminando no projeto Manhattan (RESQUETTI, 2013). Outro aspecto da radioatividade é o seu caráter controverso. A cada dia novas tecnologias envolvendo radiação são desenvolvidas nos mais diversos campos sociais (MEDEIROS; LOBATO, 2010) e, mesmo que as reações nucleares sejam a causa de

inúmeros progressos, pode também apresentar efeitos nocivos. Questões como o receio de acidentes, sejam de caráter industrial, ambiental ou urbano e as consequências da bomba atômica têm trazido rejeição pela sociedade em relação à radioatividade. Diante de todos esses aspectos, consideramos relevante a inclusão do tema em sala de aula, a fim de que os estudantes se posicionem crítica e responsabilmente com as informações adquiridas nesse contexto (SCHMIEDECKE; PORTO, 2014). Trabalhar essa temática levando em conta seu contexto social e em concordância com seus atributos científicos e tecnológicos pode promover uma aprendizagem mais efetiva e a formação de cidadãos mais críticos e alfabetizados cientificamente (OLIVEIRA et al., 2014). Não obstante, a radioatividade tem sido pouco abordada, tanto em sala de aula, quanto em pesquisas de ensino (SCHEFFLER; DEL PINO, 2013), sendo ainda mais restrita no ensino superior (SILVA, 2013). Isso pode ser elucidado por algumas razões, tais quais, a falta de visibilidade dos professores, a temática ser considerada sem importância para os alunos ou porque geralmente os autores e editores de livros didáticos apresentam esse assunto nos últimos capítulos (TEKIN; NAKIBOGLU, 2006), muitas vezes de forma descontextualizada (MEDEIROS; LOBATO, 2010).

Diante disso, os motivos expostos anteriormente são pertinentes para um estudo que relacione o tratamento da radioatividade com as relações CTS, uma vez que os estudantes, como cidadãos que são, ao terem contato com os temas ou fenômenos nucleares, possam se posicionar criticamente frente a eles.

4. Metodologia de pesquisa

Este trabalho trata-se do recorte de uma pesquisa mais ampla, de natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, o qual deve ser bem delimitado e ter seus contornos claramente definidos no desenrolar do estudo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Buscando atender à questão de pesquisa proposta, analisamos perguntas elaboradas por estudantes de ensino superior durante a implementação de uma abordagem CTS

no ensino de radioatividade, desenvolvida a partir da realização do curso de extensão “Radioatividade e sociedade: transformando pontos de vista”. Procuramos identificar nas perguntas indícios que sinalizassem um processo de tomada de decisão sobre o tema.

O curso teve duração de 40 horas, foi realizado na Instituição de Ensino Superior de vínculo dos autores e preparado especificamente para a pesquisa. Participaram do estudo 29 estudantes de licenciatura e bacharelado em Química, Física e Ciências da Natureza, cursando diferentes períodos acadêmicos de três instituições públicas de ensino superior. Durante o curso os estudantes acompanharam três vídeos concernentes a diferentes particularidades da temática radioatividade com o propósito de apresentar um panorama geral sobre o tema. O primeiro vídeo, intitulado “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”, foi escolhido por tratar de aspectos históricos. O segundo vídeo, “Linha Direta Justiça - Césio 137”, apresentou o contexto do acidente radioativo envolvendo o Césio-137 na cidade de Goiânia, em 1987. O terceiro vídeo faz menção às tecnologias nucleares desenvolvidas nos mais diversos setores da sociedade e tem como título “TV Senado - Tecnologias Nucleares”. Vale ressaltar que todos os vídeos podem ser encontrados na plataforma de vídeos online “Youtube”.

Durante a exibição de cada vídeo os participantes foram provocados a formular individualmente e de maneira livre pelo menos três perguntas de forma escrita relacionadas ao que foi assistido. Ao desafiar os estudantes a elaborarem as perguntas durante os vídeos buscamos incentivá-los a questionar fatos, verdades pré-estabelecidas e julgar valores costumeiramente aceitos acerca da radioatividade, bem como fomentar reflexões para uma possível tomada de decisão. Entendemos que ao formularem questões os estudantes saem de uma suposta zona de conforto, pois são deslocados de sua posição-sujeito e passam a participar da formação de dissímeis objetos de conhecimento.

Perguntar faz parte do processo de aprendizagem, visto que o ato de questionar contribui para

o desenvolvimento da criticidade e do raciocínio lógico, além de estimular a argumentação e a comunicação (RAMOS; THOMAZ, 2017). Quando os estudantes são estimulados a elaborar perguntas é possível identificar avanços na construção de seus próprios modelos de conhecimento (SPECHT; RIBEIRO; RAMOS, 2017).

Segundo GALLE, PAULETTI e RAMOS (2016) é possível identificar e compreender o conhecimento dos estudantes a partir de suas perguntas. Assim, ao passo em que esse tipo de prática é estimulado, os estudantes podem se manifestar com mais confiança, expressar melhor o seu conhecimento e se comunicar com mais liberdade. Nesse ínterim, é importante que estas perguntas sejam analisadas a fim de se identificar as interações discursivas manifestadas através de tais questionamentos e seus efeitos de sentido entre os interlocutores (MEIRELLES; FLÔR, 2017).

A literatura especializada mostra os benefícios da análise de perguntas de estudantes na investigação sobre o processo de ensino e aprendizagem em ciências. Trabalhos como o de PAULETTI e GALLE (2019) revelam, com a análise de perguntas formuladas por estudantes em um contexto de ações CTSA a partir do tema “Combustíveis”, interesse sobre o tema, como origem, composição, propriedades, utilização, implicações econômicas, políticas e ambientais. Em GALLE, PAULETTI e RAMOS (2016) observa-se perguntas de estudantes de diferentes níveis de escolaridade na educação básica que denotam o seu interesse sobre a temática trabalhada e apropriação de termos específicos da linguagem química. Os autores destacaram que ao se valorizar as dúvidas e estimular a curiosidade dos estudantes por meio de perguntas é possível dispor de uma ferramenta eficaz para o planejamento, organização e desenvolvimento de pesquisa em sala de aula.

Assim como VON LINSINGEN e CASSIANI (2010), entendemos que a linguagem não é uma mera ferramenta de comunicação, por essa razão analisamos as diferentes esferas nas quais os discursos sobre Ciência e Tecnologia são concebidos. Desta forma, tais perguntas foram avaliadas por meio de Análise

de Discurso francesa, especialmente a Tipologia do Discurso, na perspectiva de ORLANDI (2009), descrita a seguir.

4.1. Análise de Discurso

Para a análise das perguntas elaboradas pelos estudantes utilizamos o referencial teórico da Análise de Discurso da escola francesa (AD). Tendo início nos anos 1960 com o filósofo francês Michel Pêcheux esse campo de análise visa estudar os sentidos e suas condições de produção (ANDRADE; MARTINS 2006). Conforme ORLANDI (2002), a AD não enfatiza a língua ou a gramática, mas o discurso. O objeto de análise passa a ser o discurso, visto que foge da apreciação palavra por palavra na interpretação (BRASIL, 2011).

O discurso, para ORLANDI (2009), acontece na confluência de dois processos elementares da linguagem: o parafrástico e o polissêmico. O processo parafrástico possibilita a construção do mesmo sentido sob diferentes maneiras, havendo um retorno aos mesmos espaços do dizer; e o processo polissêmico é o responsável pelo fato de que são sempre possíveis múltiplos sentidos. Dessa forma, admite-se que essas forças trabalham continuamente o dizer, de modo que todo discurso se faz nessa tensão: entre o mesmo e o diferente (ORLANDI, 2002).

Tais fatores são as bases estabelecidas por ORLANDI (2009) para elaborar sua tipologia de discursos, a qual classifica os discursos como autoritário, polêmico e lúdico. No discurso autoritário, o agente locutor pretende ser o único e em seu discurso oculta o referente, logo, a polissemia é contida e aproxima-se do processo parafrástico; o discurso lúdico tende para a total polissemia e o referente está exposto aos interlocutores; no discurso polêmico há um equilíbrio tenso entre polissemia e paráfrase, o objeto do discurso não está obscurecido pelo dizer, mas há uma disputa pelo referente.

ORLANDI (2008) também aponta para a necessidade de interpretação das tipologias, visto que sua aplicação é regulada pelos objetivos da análise, e enfatiza que não se devem estabelecer relações categóricas entre os tipos, sendo preferível falar-se em

tendências, uma vez que não há tipos de discursos puros, a não ser idealmente.

Em termos de pesquisas no ensino de ciências, a Análise de Discurso francesa tem sido frequentemente adotada como dispositivo teórico-metodológico na tentativa de melhor compreender como as condições de produção influenciam o processo de ensino e aprendizagem em ciências. A noção de tipologia do discurso, especificamente, tem sido adotada como mecanismo de identificação e análise do funcionamento dos discursos que circulam em sala de aula, especialmente aqueles resultantes de métodos e recursos didáticos tomados como objeto de estudo. Como por exemplo, podemos citar ALMEIDA (2012), que expôs relações entre o discurso pedagógico, tido como autoritário por ORLANDI (2009), e a formação docente em física, e propôs condições de substituição do discurso autoritário pelo polêmico. Citamos ainda o trabalho de FERREIRA e QUEIROZ (2012), o qual verificou deslocamentos de um discurso autoritário para um polêmico por meio de perguntas elaboradas por alunos de graduação em Química em circunstâncias de leitura distintas às comumente propostas em ambientes de ensino de química do nível superior. Considerando o exposto, julgamos o referencial da Análise de Discurso, em especial, o conceito de tipologia do discurso, como uma ferramenta favorável para a análise das perguntas elaboradas pelos estudantes, visto que nos permite dispor de um indicador fundamentado na construção de sentidos, baseado nas condições de produção dos discursos. Com isso, é possível, não só verificar o objeto de conhecimento dos estudantes, mas também como estão refletindo sobre ele.

5. Resultados

A partir da leitura dos questionamentos apresentados pelos estudantes durante a exibição dos vídeos, verificamos que foram elaboradas 127 perguntas para o vídeo “A saga do Prêmio Nobel - O Clã Curie”, 121 para o vídeo “Linha Direta Justiça - Césio 137” e 134 para o vídeo “TV Senado - Tecnologias Nucleares”. Desse modo, optamos por caracterizar as perguntas a partir da conformação de diferentes objetos de conhecimento em uma perspectiva CTS e analisá-los segundo a Tipologia do Discurso da Análise de Discurso francesa (ORLANDI, 2009).

As categorias e a frequência de perguntas elencadas em cada uma delas estão descritas na Tabela 1. Vale destacar que, em alguns casos, uma mesma pergunta foi concernente a mais de uma categoria.

Para todos os vídeos a categoria com maior frequência foi a de aspectos conceituais. Observamos que os estudantes requisitaram principalmente definições a respeito do tema. Esses tipos de questionamentos são bastante comuns no ambiente escolar, em que os estudantes solicitam respostas ou significações relacionadas ao conteúdo proposto (ORLANDI, 2009). A categoria com menos perguntas foi a ambiental, identificadas, com pouca frequência, apenas para os vídeos 2 e 3.

A Figura 1 traz a frequência das perguntas segundo o tipo de discurso para o qual cada uma tendia, como forma de apresentar um panorama sobre em que medida ocorreram deslocamentos de sentidos por categoria de pergunta e em relação a cada um dos vídeos. Cabe ressaltar, no entanto, que a classificação advinda da tipologia do discurso é feita em termos de tendência, ou seja, não há discurso puramente autoritário, polêmico ou lúdico (ORLANDI, 2009).

Tabela 1. Frequência das categorias relativas às perguntas dos estudantes elaboradas a partir da exibição dos vídeos.

	Conceituais	Científicas	Históricas	Sociais	Tecnológicas	Saúde	Ambientais
Vídeo1	37,01%	17,32%	15,75%	5,51%	3,94%	20,47%	---
Vídeo2	32,76%	---	18,10%	18,10%	1,72%	25,86%	3,46%
Vídeo3	34,31%	5,84%	1,46%	6,57%	31,38%	19,71%	0,73%

Fonte: Autoria própria.

Isso quer dizer que o gráfico em questão mostra uma frequência de tendência para determinado tipo de discurso. Tal ideia precisa ser considerada uma vez que, segundo a autora, a noção de tipo é necessária como princípio de classificação, mas é preciso o cuidado de não restringir a análise à tipologia e considerar os tipos como uma noção endurecida e estagnada metodologicamente.

De modo geral, verificamos uma predominância de

perguntas (mais da metade) cujo discurso tendia para o autoritário. Entendemos este fato como característico do ambiente escolar, em que os estudantes, pelo fato de estarem vinculados a uma instituição de ensino, manifestam um discurso neutro de transmissão de informação, o qual ORLANDI (2009) chama de discurso pedagógico. Por outro lado, ainda que a maioria das formulações tenha sido própria do discurso autoritário, é relevante enfatizar

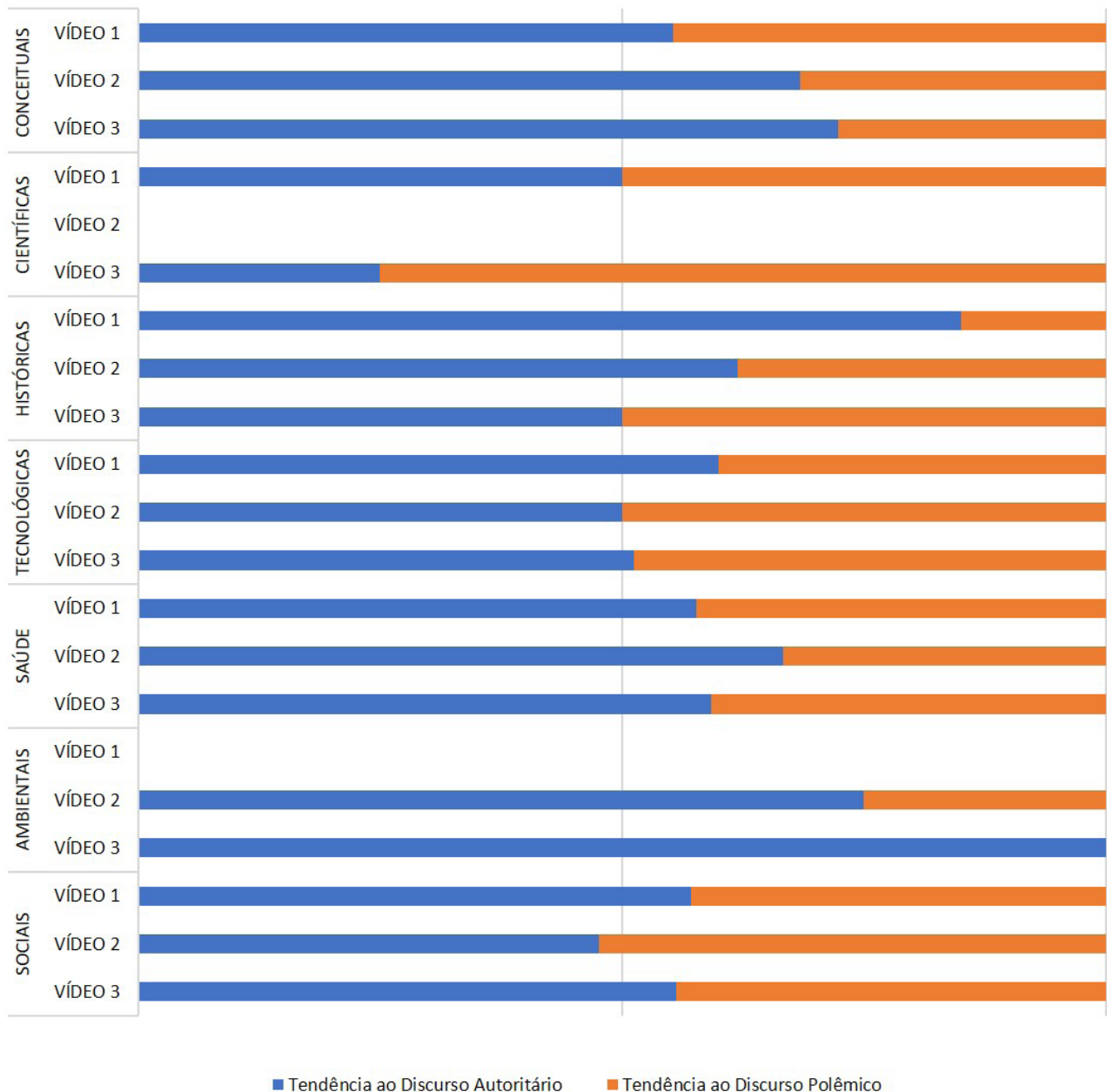


Figura 1. Frequência das perguntas segundo o tipo de discurso por categoria de objeto de conhecimento e em relação a cada um dos vídeos.

a significativa ocorrência de discurso polêmico, a qual, segundo ORLANDI (2009), é desejável em sala de aula, porque traz um movimento de ruptura de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico, questionando o seu caráter meramente informativo, assim como reflete e reforça a necessidade de oferecer oportunidades aos alunos de propor tais questionamentos.

Considerando, portanto, a importância das condições de produção para a ocorrência de determinados tipos de discursos, é conveniente acrescentar que o vídeo 1 suscitou a maior incidência de perguntas as quais apresentaram tendência ao discurso polêmico, com equilíbrio em relação às questões propensas ao discurso autoritário. A influência das condições de produção, no caso desse vídeo, se deu em função de sua ênfase à natureza da ciência, com enfoque a vários aspectos externalistas da ciência, como a trajetória pessoal de cientistas, a provisoriedade das descobertas; e de funcionamento institucional da ciência, como a aceitação da comunidade científica, a busca de coerência global etc., elementos estes que motivam maior reflexão e questionamentos. Para os dois outros vídeos, a frequência de perguntas com discursos que tendiam para o autoritário e polêmico foram semelhantes, com predomínio de discursos tendentes ao autoritário. Entendemos que os indivíduos se relacionam com os diferentes conhecimentos e informações nos quais estão envolvidos e, com isso, produzem seus discursos. Desse modo, percebemos que os estudantes apresentaram diferentes pontos de vista sobre a temática e que a natureza dos documentários foi determinante para o tipo de perguntas elaboradas. Nos tópicos a seguir demonstraremos como se deu a distribuição das questões para cada categoria e exemplos de como os alunos manifestaram diferentes tipos de discurso em cada caso. Cabe salientar que aos sujeitos foram atribuídos nomes fictícios.

5.1. Conceituais

Dentre as questões formuladas pelos alunos sobressaíram-se perguntas de cunho conceitual. As contestações listadas em tal categoria representavam

geralmente questionamentos envolvendo ideias, definições ou significados. O propósito principal neste tipo de formulação é compreender o conteúdo conceitual e comumente se recorre ao mecanismo da definição para tal, resultando em características de metalinguagem. Esta, segundo ORLANDI (2009) faz parte da memória escolar dos estudantes é um dos aspectos que caracteriza o discurso pedagógico como autoritário. Assim, a maioria das perguntas aqui elencadas pressupunha um sentido único, que é o da definição rígida para aquilo que estava sendo solicitado:

O que é radioatividade artificial? (Ivo, Vídeo 1)

Qual é o tempo de meia vida do céscio 137? (Max, Vídeo 2)

O que é o IPEN? (Ana, Vídeo 3)

Nas situações retratadas as perguntas podem ser consideradas características de um discurso pedagógico, compreendido de modo que o professor assume a posição de detentor do conhecimento e o aluno apenas o recebe. Segundo ORLANDI (2009), o discurso pedagógico é autoritário em seu funcionamento, no qual há fortes traços metalinguísticos, uma vez que denota sentido único, em que não há retorno discursivo.

Ao elaborarem tais perguntas os estudantes dispensavam a razão para os fenômenos e buscavam unicamente respostas precisas e exatas que remetiam a definições. Observamos que a intenção dos alunos não estava propriamente na compreensão dos fatos ou no seu decurso, mas numa resposta considerada condizente com seus questionamentos. Verificamos nesta categoria, ainda, perguntas que denotavam um teor mais explicativo:

Qual a importância da água pesada? (Adam, Vídeo 1)

Dentro do aparelho de radioterapia havia uma cápsula que tinha aspecto brilhante e azulado, que substância era ela?

Por que promoveu tanto mal à saúde. (Nick, Vídeo 2)

Qual a função do uso da bata, já que esta não isola o corpo da contaminação? (Rubi, Vídeo 3)

Nestes casos os alunos buscavam assimilar os conceitos aliados a explicações mais elaboradas. Na pergunta do aluno Adam, por exemplo, observamos que o intento não está na definição de água pesada, mas na sua relevância. Isso também se percebe na

pergunta do aluno Nick, quando menciona a presença do objeto, procurando saber não apenas seu significado, mas uma explicação para os problemas de saúde gerados por ele. De forma semelhante, a estudante Rubi questiona o uso das batas e ressalta que a mesma não funciona como isolante para a radiação.

Nestes exemplos entendemos que os estudantes vão além da simples definição e que existe uma preocupação em questionar verdades pré-estabelecidas. SANTOS e SCHNETZLER (2003) consideram que, para que o cidadão exerça participação em sociedade, é necessário que ele faça uso de informações que estejam imediatamente relacionadas aos problemas sociais. Aqui os significados são questionados e observamos traços de polissemia, uma vez que o objetivo dos estudantes não era meramente a definição, mas a compreensão dos temas ou fenômenos. Tais perguntas, portanto, trazem características que representam tendência ao discurso polêmico.

5.2 Científicas

Esta categoria consiste em questões sobre noções relacionadas a fenômenos, pesquisas e métodos científicos. O vídeo que mais provocou perguntas desta categoria foi o primeiro. Isso pode ser justificado por sua exposição voltada à natureza da ciência. PRAIA, GIL-PÉREZ e VILCHES (2007) destacam que visões vagas ou alteradas da ciência geram desinteresse e até mesmo abandono de muitos estudantes. Uma vez que é comum a supervalorização da ciência na abordagem dos conteúdos e a omissão de sua formação e construção, sugerimos ter havido um maior interesse dos alunos por aspectos relativos à natureza da ciência em relação a este filme.

Para o vídeo 1, as perguntas elaboradas pelos estudantes consistiram em dúvidas de diversos tipos. A maioria das perguntas envolvia explicações em que os alunos buscavam esclarecimentos sobre como as pesquisas científicas aconteciam, como era a relação com outras pesquisas, as metodologias utilizadas, como se formulava uma teoria etc.:

Como Marie Curie provou o peso atômico? (Rui, Vídeo 1)

Segundo uma das descobertas de Marie e Pierre, o Rádio

(Ra) é mais radioativo do que o Urânio. Como é possível tal descoberta? (Jade, Vídeo 1)

Como foi constituída a radioatividade artificial? (Rita, Vídeo 1)

Como surgiu a ideia para a tese de doutorado de Marie? (Ian, Vídeo 1)

Qual a importância dos estudos de Becquerel para Marie Curie? (Adam, Vídeo 1)

Qual a relação das descobertas de Rutherford sobre o átomo com a radioatividade? (Saul, Vídeo 1)

Em todos os casos prevalece nas perguntas o foco científico. Notamos que, diferentemente das perguntas de natureza conceitual, os alunos buscavam compreender a situação além da definição. Nos primeiros exemplos, percebemos uma necessidade de visualizar e entender o fenômeno. No segundo caso, os estudantes demonstram uma compreensão de ciência como algo em constante evolução e expõem questões que exprimem a construção da ciência de maneira articulada, pressupondo relações entre diferentes teorias, pesquisas e acontecimentos. Há, mais uma vez, indícios de polissemia, característicos de um discurso que tende para o polêmico. De um ponto de vista CTS, questionamentos dessa natureza sinalizam um pensamento crítico que vai além de aspectos conceituais, mas de uma construção em que os modelos e pesquisas científicos estão inter-relacionados socialmente e tecnologicamente. Nessas formulações notamos a reflexão dos alunos quanto às pesquisas científicas e às teorias da época, tomando-as como seus objetos de conhecimento. Logo, sugerimos uma visão de ciência como construção humana e não como algo neutro e absoluto. Ainda dentro desta categoria constatamos a presença de questões envolvendo métodos e experimentos usados pelos cientistas:

A radioterapia projetada a partir das descobertas com Rádio, e a química, vieram a partir de que experimentos? (Ana, Vídeo 1)

De que forma Marie conseguiu isolar o rádio, considerando que era uma época sem muitos recursos tecnológicos? Que métodos foram utilizados? (Dino, Vídeo 1)

Na pergunta de Ana sua preocupação está voltada aos experimentos usados na descoberta da radioterapia. Nesta notamos sentido único, remetendo a uma resposta direta, característica de um discurso

que tende ao autoritário. ORLANDI (2009) evidencia que essa manutenção de efeitos de sentido é garantida pela recorrência de “informações que aparecem como dadas, predeterminadas, e não deixa espaço para que se situe a articulação existente entre o discurso e seu contexto mais amplo”. Em contrapartida, o questionamento de Dino consiste em duas perguntas, a primeira possui um teor histórico e o discurso tende para o polêmico, pois manifesta um deslocamento de sentidos, no qual o cerne da questão está em conhecer os recursos de pesquisa disponíveis na época; na segunda parte há o questionamento sobre os métodos, o qual aparece de forma complementar à pergunta inicial. Não houve perguntas de teor científico para o segundo vídeo. Acreditamos por seu caráter histórico-social o vídeo tenha despertando nos estudantes questionamentos voltados para esse fim. Foi observado um número menor de perguntas para o terceiro filme em relação ao primeiro, o que pode ser justificado por este apresentar fortes traços de natureza da ciência, enquanto o terceiro esteja mais voltado aos avanços e aplicações tecnológicas, como podemos observar a seguir:

Para que os pesquisadores utilizam os nêutrons gerados a partir da fissão dos átomos de urânio? (Luna, Vídeo 3)

Como são feitos os testes para comprovar a boa qualidade dos alimentos irradiados? (Alan, Vídeo 3)

Qual o objetivo da irradiação dos materiais utilizados em análises? Em que essa irradiação auxilia nos estudos? (Dino, Vídeo 3)

Todas as perguntas de teor científico elaboradas pelos estudantes para o vídeo 3 possuíam um caráter explicativo. Mais uma vez observamos que as questões apresentavam um discurso que tende para o polêmico, já que a busca por explicações vai além de seus significados. Verificamos a necessidade demonstrada pelos alunos em interpretar as situações do vídeo. SANTOS e MORTIMER (2000) apontam a importância de compreender a tecnologia como um conhecimento de natureza científica, de modo que há uma relação intrínseca entre tecnologia e ciência. Notamos, portanto, que os estudantes abordaram as pesquisas científicas de maneira ampla, não se

limitando apenas aos métodos utilizados, mas às suas motivações.

5.3 Históricas

Esta categoria traz questões que têm aspectos históricos como objeto de conhecimento. Representam questionamentos envolvendo episódios marcantes da história, referentes a épocas, lugares e circunstâncias em que algumas situações aconteceram:

Quando foi construído o 1º laboratório de aceleração de partículas da Europa? (Ian, Vídeo 1)

Quando foi (em que período), descoberto o Rádio? (Lara, Vídeo 1)

Após a descoberta da peça, quanto tempo se passou até saber que era prejudicial? (Ana, Vídeo 2)

Onde ocorreu a primeira triagem após uma série de contaminações? (Rita, Vídeo 2)

Ao analisar os questionamentos foi possível perceber que o foco dos estudantes estava em saber informações precisas sobre os fatos, sem exercitar reflexão sobre eles. Não se verifica busca por explicações, por razões para os fatos, o que demonstra uma polissemia contida, típica de um discurso que tende para o autoritário. Esse tipo de discurso é característico do discurso pedagógico que ORLANDI (2009) elucida como transmissor de informações. As questões suscitavam respostas precisas e exatas, próprias da metalinguagem.

De maneira análoga, houve questões em que os traços metalinguísticos eram ainda mais acentuados, isto porque as respostas estavam na própria pergunta ou explícitas nas discussões, sendo geralmente respondidas com “Sim” ou “Não”:

Marie Curie ganhou algum Nobel? (Adam, Vídeo 1)

O aparelho radioativo não deveria ser devidamente desmontado e jogado fora da maneira certa em vez de ser abandonado no hospital? (Nara, Vídeo 2)

A irradiação é um processo que não contamina, mas uma falha no irradiador pode ocasionar uma catástrofe? Já aconteceu aqui no Brasil algum acidente envolvendo? (Luna, Vídeo 3)

Por outro lado, surgiram questões em que os alunos solicitavam explicações sobre os acontecimentos:

Por qual motivo Irene Curie e seu marido receberam o Prêmio Nobel? (Ian, Vídeo 1)

Por que a criança foi mais afetada que seu tio Devair, que teve um contato maior com o césio? (Dino, Vídeo 2)

Nos últimos questionamentos, embora ainda se observe uma pequena regulação dos sentidos, notamos um retorno discursivo, de forma que não se pressupõe sentido único. Percebemos necessidade dos estudantes em compreender os acontecimentos, tendendo a um discurso polêmico, em que há um ajuste dos sentidos e espaço para que os interlocutores possam disputá-los (ORLANDI, 2009). Logo, verificamos indícios de um olhar contextualizado sobre a ciência, em que é possível perceber um deslocamento de sentidos, de um mero exemplo ou ideia para um raciocínio frente aos fatos. PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO (2007) apontam a reflexão e a contextualização em sintonia com o enfoque CTS porquanto aliam-se à finalidade de formar cidadãos críticos e capazes de interagir com a sociedade.

5.4 Sociais

Nesta categoria foram agrupadas as perguntas de cunho social, as quais consistiam em questionamentos que envolviam repercussões de diferentes ordens que envolvem a população. Tais perguntas sinalizam certo desprendimento da neutralidade da ciência, pois estão voltadas nas suas consequências para a sociedade, sejam positivas ou negativas. Como exposto, entre todos os filmes apresentados, o que mais suscitou perguntas dessa natureza foi o segundo, por retratar um acidente de nível urbano de grande impacto social:

Hoje em dia a discriminação é menor? (Rui, Vídeo 2)

Quais foram as medidas tomadas para eliminar os efeitos da radiação das pessoas? (Nick, Vídeo 2)

Notamos nos exemplos apresentados que as perguntas possuem um sentido bastante restrito, de forma que o retorno discursivo é bem limitado, característico de um discurso que tende para o autoritário. ORLANDI (2009) destaca que neste tipo de discurso as informações são predeterminadas, logo, não sobra espaço para que se situe a articulação existente entre o discurso e o seu contexto. Nas perguntas a seguir observamos questionamentos que consistiam na busca de compreensão e reflexão

dos acontecimentos:

Porque as vítimas sofriam preconceitos se as mesmas não tinham culpa? (Ivan, Vídeo 2)

Porque as vítimas sofriam e sofrem preconceito até hoje? (Bob, Vídeo 2)

Por que não foi dado à sociedade o tratamento social correto às pessoas e a informação correta para que elas não se sentissem humilhadas? (Nara, Vídeo 2)

Os pressupostos CTS apresentam, dentre outras finalidades, um mecanismo para formar cidadãos capazes de lidarem com as informações disponíveis e preparados para tratarem, com responsabilidade, os assuntos científicos em contexto social (RIBEIRO; GENOVESE, 2015). Ao lidarem com as informações advindas do vídeo e questionarem os problemas sofridos pelas vítimas do acidente se colocaram como atuantes no problema social em questão. Em tais perguntas verificamos indícios de um discurso polêmico, pois os estudantes demonstraram interesses que vão além das definições, manifestados na busca por explicações que condiziam ao tratamento dado às vítimas do acidente, os quais representam confronto de sentidos.

De modo geral, os três vídeos suscitaram perguntas que envolviam questões políticas. Algumas apresentam unicidade de sentidos e retorno limitado, enquanto que outras demonstram características discursivas distintas, como se observa a seguir:

A partir de que acontecimento houve um controle nos estudos e uso de material radioativo pelo governo? (Rubi, Vídeo 1)

Houve ressarcimento das mortes por causa do césio 137? (Lara, Vídeo 2)

Quais os principais países (que) tem submarino nuclear? (Rita, Vídeo 3)

Como Marie e sua filha contribuíram para as influências políticas e sociais da época? (Ivo, Vídeo 1)

Como o Governo Federal agiu diante de tragédia? (Mila, Vídeo 2)

Como a legislação brasileira se posiciona a respeito da utilização da radiação? (Alan, Vídeo 3)

Nas perguntas acima é possível notar que as três primeiras apresentam um questionamento direto, característico do discurso que tende para o autoritário, uma vez que o emissor se coloca como único

responsável pelo discurso, suprimindo a participação do receptor. Nas três últimas perguntas observamos a retomada dos objetos de conhecimento, em que os alunos buscavam não apenas informações sobre os acontecimentos, mas refletiam sobre eles. Neste último caso, o discurso tende para o polêmico, uma vez que é possível observar um deslocamento de sentidos e uma abertura para o retorno discursivo. Observamos nestas indagações indícios de rompimento de ideias neutras a respeito da ciência, visto que apresentam evidências de que as descobertas e as contribuições científicas não são independentes de interesses políticos e econômicos, mas que estão diretamente atreladas ao contexto em que se inserem.

5.5 Tecnológicas

As perguntas listadas nesta categoria representam questões envolvendo noções relacionadas à tecnologia, tais como: desempenho de equipamentos, desenvolvimento de sistemas radioativos e implicações do uso da radioatividade em variados ramos da sociedade:

Qual o aparelho inventado por Marie Curie para determinar os raios provenientes do sal de urânio? (Ivan, Vídeo 1)

De que era composto o aparelho de fazer radiografias? (Rita, Vídeo 2)

Quais aparelhos são realizados para criação de pedras preciosas? (Rita, Vídeo 3)

Em cada uma das perguntas expressas anteriormente percebemos a presença de um discurso que tende para o autoritário, em que há a busca por respostas com pouca ou nenhuma argumentação, suscitando um retorno direto, sem considerações a respeito de suas condições. ORLANDI (2009) menciona que, para esse discurso, as definições são mais valorizadas que os fatos, característica que se observa nas questões, uma vez que há uma apreciação por respostas exatas.

No entanto, também foi possível verificar a ocorrência de questões com indícios de polissemia, como se observa nas falas do estudante Saul quando pergunta “*De que forma a câmara de ionização e seu funcionamento está inserida no estudo de*

radioatividade?” (vídeo 1, ou na pergunta “*Como funciona o medidor de radioatividade?*” (vídeo 2). Verificamos um deslocamento de sentidos, pois o foco das perguntas não está apenas em conhecer os instrumentos, mas como funcionam.

Durante a análise das perguntas identificamos que para cada um dos vídeos houve questionamentos envolvendo o manuseio e o funcionamento de equipamentos, entretanto, perguntas sobre a sua aplicabilidade na sociedade só foram evidenciadas com relação ao terceiro, que explicita tal relação. Isso nos permite ponderar a respeito da distância que há entre o que se conhece nos ambientes escolares e acadêmicos e como esse conhecimento é utilizado na sociedade. Entendemos que seja necessário que os valores e os contextos sociais sejam conhecidos e considerados a fim de que se possa ponderar conscientemente acerca das implicações tecnológicas. O vídeo 3 fomentou elaborações nesse sentido:

Como as tecnologias têm contribuído para o avanço da medicina nuclear? (Ivo, Vídeo 3)

Como se dá o processo de irradiação dos alimentos? Qual a finalidade desse processo? (Ian, Vídeo 3)

Qual o benefício de produzir etanol, a partir da cana, por irradiação? (Ana, Vídeo 3)

Como ocorre a esterilização através da irradiação? (Rubi, Vídeo 3)

Nos questionamentos apresentados percebemos traços de polissemia, ou seja, sentidos que manifestam procura de esclarecimentos sobre os processos de produção e aplicações relacionadas à temática. De fato, é intuito dos estudos CTS discutir as implicações tecnocientíficas para o contexto social, proporcionado os melhores caminhos para que a sociedade tenha condições de atuar, de modo igualitário, e não apenas ficar ao arbítrio das decisões daqueles que consideram a neutralidade da ciência e da tecnologia (CHRISPINO et al., 2013). Ao analisarmos as perguntas elencadas, consideramos importantes as reflexões dos estudantes diante dos vídeos, entretanto, ainda que bem evidentes no terceiro vídeo, entendemos que os métodos e as aplicabilidades concernentes à radioatividade consistem em realidade ainda distante do conhecimento

dos estudantes.

5.6 Saúde

A categoria saúde foi a que apresentou uma frequência semelhante de perguntas para cada vídeo. Acreditamos que isto se deva ao fato de que aspectos de saúde estão geralmente ligados à radioatividade, sendo comuns ao cotidiano dos estudantes e por apresentarem uma relação bastante controversa, pois, enquanto é benéfica na perspectiva de suas aplicações na medicina, tem apresentado malefícios consideráveis em consequência de acidentes nucleares.

De acordo com SILVEIRA e BAZZO (2009), para que o desenvolvimento científico e tecnológico seja menos excludente, é necessário levar em conta os verdadeiros problemas da população, os perigos técnico-produtivos e a mudança social, por isso é necessário haver uma visão participativa e contextualizada das relações que as envolvem.

A maior parte das perguntas formuladas durante a exibição dos documentários fez referência ao uso da radioatividade em tratamentos da medicina, além de prevenção, efeitos colaterais e questões de saúde pública:

A radioterapia usada na época de Pierre Curie é a mesma usada na atualidade? (Adam, Vídeo 1)

O céσιο era destinado para qual tratamento? (Rita, Vídeo 2)

Os produtos que as pessoas tomam para poderem ser feitos os exames são à base de que elementos? (Nara, Vídeo 3)

Nestes exemplos verificamos características de metalinguagem, porque requerem respostas exatas e a possibilidade de intervenção por parte do interlocutor é limitada. Embora se buscasse conhecer os métodos de tratamento, esse conhecimento se resumia apenas em definições, típico de um discurso que tende para o autoritário.

Em contrapartida, ocorreram perguntas em que os sentidos produzidos foram múltiplos. Verificamos um rompimento da metalinguagem e a necessidade por explicações que se ajustassem aos fatos:

Por que a exposição a elementos radioativos provoca cansaço e outros problemas no corpo? (Rui, Vídeo 1)

Esse “pó brilhante” em qualquer quantidade faz mal? E como

ele é usado na radioterapia para curar e não para matar? (Luara, Vídeo 2)

Ao irradiar um alimento ele não se tornará perigoso ao ser humano? Por quê? (Nero, Vídeo 3)

Verificamos que os estudantes buscavam fundamentações a respeito dos fatos e fenômenos. Os estudantes Luara e Nero iniciaram seus discursos buscando respostas diretas e de sentido único, mas complementaram suas falas com indagações que abriam espaço para um retorno discursivo com múltiplos sentidos. Dessa forma, foi possível identificar deslocamentos que configuram um discurso polêmico em seu funcionamento.

De acordo com ORLANDI (2009), para interferir no caráter autoritário do discurso é preciso atingir seus efeitos de sentido, de forma que os alunos venham a discordar do que é apresentado, como é verificado nas perguntas dos alunos. Os estudantes demonstraram reflexões sobre o assunto em diferentes perspectivas, demonstrando capacidade de opinar e atuar tomando decisões como participantes da sociedade.

5.7 Ambiental

Esta foi a categoria com menor número de perguntas. Tal ocorrência pode ser justificada pelo fato de os três vídeos expressarem pouca ênfase ambiental. As perguntas elaboradas pelos estudantes consistiram basicamente em questões sobre os riscos de contaminação ecossistêmicos:

Não tem perigo enterrar materiais radioativos no solo e ter contaminação neles ou nos lençóis? (Lia, Vídeo 2)

Quais foram os impactos sociais e ambientais provocados pela tragédia da exposição do Césio 137? (Eva, Vídeo 2)

A produção de energia elétrica por meio de usinas nucleares é viável no que diz respeito aos riscos ambientais? (Jade, Vídeo 3)

Tais perguntas traziam traços metalinguísticos, pois denotavam pouca ou nenhuma reflexão sobre os acontecimentos ou suas condições, de modo que o retorno discursivo promovido em cada questionamento é bastante reduzido. Assim, é possível considerar que todas as perguntas desta categoria apresentaram um discurso que tende para o

autoritário.

Entendemos que o tema Radioatividade contém fortes relações com questões ambientais e justificamos a ausência de discursos tendentes ao polêmico devido às condições de produção em que os estudantes se encontravam. Os vídeos deram pouca ênfase à parte ambiental, o que não favoreceu questionamentos mais reflexivos acerca da radioatividade e seus impactos ao meio ambiente dificultando, portanto, uma atuação mais crítica dos alunos diante de situações dessa natureza.

6. Considerações finais

A proposta apresentada envolveu a análise de perguntas escritas por estudantes das áreas de Ciências Naturais do ensino superior a partir da exibição de vídeos com diferentes vertentes sobre a temática Radioatividade. Observamos que a exibição de mais de um vídeo aos alunos durante a pesquisa foi fundamental para estimular a multiplicidade de sentidos, assim como a natureza dos vídeos foi preponderante para os objetos de conhecimento apresentados. A exemplo, destacam-se questões com aspectos de natureza da ciência claramente evidenciadas no primeiro vídeo, o qual trata da temática em uma perspectiva histórica; e maior número de perguntas de cunho social a partir do segundo vídeo, que remonta as consequências de um acidente radioativo em um contexto urbano, fato que ratifica a importância e a forte influência das condições de produção para a ocorrência dos discursos produzidos.

Percebemos que dos questionamentos elaborados pelos estudantes, os pertencentes à categoria conceitual foram os mais frequentes, tipo de formulação mais frequente em sala de aula. A categoria com menor número de perguntas foi a ambiental, fato que podemos justificar em torno da pequena ênfase dada ao assunto nos três vídeos. A temática saúde foi a mais regularmente evocada nos enunciados dos estudantes em relação aos três vídeos, para a qual encontramos razão na familiaridade com o universo dos alunos e na sua condição controversa

frente ao tema radioatividade.

Ao fazermos a análise mediante a Tipologia do Discurso proposta por ORLANDI (2009) verificamos que foi predominante em quase todas as categorias um discurso que tende para o autoritário. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que há, ainda, uma cultura escolar acadêmica voltada à busca por definições, as quais só podem ser fornecidas pelo professor ou materiais didáticos, aspectos que caracterizam o discurso pedagógico como autoritário (ORLANDI, 2009). Entretanto, tal discurso se mostrou importante para a pesquisa, visto que, dentro do ensino contextualizado de radioatividade, a busca por conceitos e definições remete a uma necessidade dos estudantes em conhecer mais sobre o tema e, conseqüentemente, poderem se posicionar com mais propriedade sobre o assunto, diante de uma possível tomada de decisão.

No entanto, traços de polissemia foram identificados em perguntas de todas as categorias, resultado de grande relevância porque caracteriza transição de um discurso autoritário para o polêmico. Essa transição ficou demonstrada na busca por compreensão de fenômenos e pesquisas, pelo entendimento de como se deram certos acontecimentos e no que eles consistiam, bem como em posicionamentos políticos e sociais frente a acidentes e aplicabilidade de equipamentos tecnológicos na sociedade.

Nesse sentido, entendemos que a criticidade é uma das características do discurso que tende para o polêmico. Ao apresentarmos essa característica em seus discursos, os estudantes demonstram uma compreensão mais adequada sobre a natureza da ciência, um dos objetivos da abordagem CTS. Além disso, consideramos que um indivíduo somente desenvolve a capacidade de tomada de decisão se for capaz de colocar sua própria interpretação em torno do que já está sedimentado, aspecto também característico do discurso polêmico.

Assim, considerando a questão inicialmente colocada, chegamos a resultados que nos levam a entender que todas essas manifestações são significativas quando se investiga caminhos para uma tomada de decisão. As perguntas formuladas pelos estudantes,

a partir da análise crítica dos vídeos, demonstram um desprendimento à ideia de neutralidade da ciência e um confronto com verdades pré-definidas, em direção a uma visão mais adequada sobre a ciência e reflexão sobre os impactos da tecnologia na sociedade. Desse modo, os valores éticos e de responsabilidade social demonstrados nos discursos dos estudantes sinalizam aproximações de uma postura crítica e atuante frente aos seus conhecimentos científicos, sugerindo a proposta aqui investigada como um caminho possível para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão em ambientes do ensino superior.

6. Referências

- ALMEIDA, M. J. P. M. Discurso pedagógico e formação de professores das ciências da natureza: foco no professor de física. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, v. 5, n. 2, pp. 29-41, 2012.
- ANDRADE, I. B.; MARTINS, I. Discursos de professores de Ciências sobre Leitura. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, pp. 121-151, 2006.
- ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: Possibilidades de integração no Currículo da Educação Profissional Tecnológica. *Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, pp. 99-112, 2012. DOI: 10.1590/1983-21172012140107.
- A SAGA DO PRÊMIO NOBEL - O CLÃ CURIE. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KG9Rgp7uqhA&t=17s>>. Acesso em abril de 2016.
- BISPO FILHO, D. O.; et al. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: implicações para a formação inicial e continuada de professores. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vigo, v. 12, n. 2, pp. 313-333, 2013.
- BRASIL, L. L. Michel Pêcheux e a teoria da análise de discurso: desdobramentos importantes para a compreensão de uma tipologia discursiva. *Linguagem – Estudos e Pesquisas*, Catalão, v. 15, n. 1, pp. 171-182, 2011, DOI: 10.5216/lep.v15i1.25149.
- BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M.A. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 20, n. 1, pp. 1-14, 2015, DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p1.
- CARMELLO, G. W.; et al. Articulação Centro de Pesquisa - Escola Básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 32, n. 3, pp. 1-9, 2010, DOI: 10.1590/S1806-11172010000300010.
- CAO, J. C.; CASTIÑEIRAS, J. M. D. Estado de la cuestión sobre el aprendizaje y la enseñanza de la radiactividad en la educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, v. 33, n. 6, pp. 137-158, 2015.
- CHRISPINO, A; et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência e Educação*, Bauru, v. 19, n. 2, pp. 455-479, 2013. DOI: 10.1590/S1516-73132013000200015.
- CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 33, n. 3, pp. 1-11, 2011, DOI: 10.1590/S1806-11172011000300019.
- FERREIRA, L.N.A.; QUEIROZ, S. L. Perguntas elaboradas por graduandos em química a partir da leitura de textos de divulgação científica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 1, pp. 139-160, 2012.
- FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 17, n. 2, pp. 383-399, 2011. DOI: 10.1590/S1516-73132011000200009
- GALLE, L. A. V.; PAULETTI, F.; RAMOS, M. G. Pesquisa em sala de aula: os interesses dos estudantes manifestados por meio de perguntas sobre

- a queima da vela. *Acta Scientiae* (ULBRA), Canoas, v. 18, n. 2, pp. 498-516, 2016.
- GARCÍA CARMONA, A.; CRIADO, A. M. Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 26, n. 1, pp. 107-124, 2008.
- KIST, C. P.; FERRAZ, D. F. Compreensão de professores de biologia sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, 2011.
- LIMA JÚNIOR, P. L.; et al. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 20, n. 1, 2014, DOI: 10.1590/1516-731320140010011
- LIMA, R. S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C. O despertar da radioatividade ao alvorecer do século XX. *Química nova na escola*, v. 33, n. 2, pp. 93-99, 2011.
- LINHA DIRETA JUSTIÇA - CÉSI0 137. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=MfshO3P-vLYs&t=2s>>. Acesso em abril de 2016.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. A pesquisa em educação: abordagens qualitativas. *Pedagógica*, LTC, Rio de Janeiro: Brasil, 1986.
- MEDEIROS, M. A.; LOBATO, A. C. Contextualizando a abordagem de radiações no ensino de química. *Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências*, Belo Horizonte, v. 12, n. 3, pp. 65-84, 2010, DOI: 10.1590/1983-21172010120306.
- MEIRELLES, M. A.; FLÔR, C. C. "Não faço a menor ideia": como lidar com as perguntas inusitadas dos estudantes. *Educação e Fronteiras*, Dourados, v. 7, n. 21, p. 5-13, 2017, DOI: 10.30612/eduf.v7i21.8268.
- MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 18, n. 4, pp. 787-802, 2012, DOI: 10.1590/S1516-73132012000400004.
- OLIVEIRA, C. F.; et al. Sequência didática: Radioatividade no Ensino de Química com enfoque CTS. Em: IV SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Ponta Grossa, 2014
- ORLANDI, E. P. *Análise do discurso: princípios e procedimentos*. 4 Ed. Pontes, Campinas: Brasil, 2002.
- ORLANDI, E. P. *Discurso e Leitura*. Cortez, São Paulo: Brasil, 2008.
- ORLANDI, E. P. *A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso*. 5 Ed. Pontes. Campinas: Brasil, 2009.
- PAULETTI, F.; GALLE, L. A. V. A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir de perguntas dos estudantes sobre combustíveis. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, Passo Fundo, v. 2, n. 2, pp. 310-327, 2019, DOI: 10.5335/rbecm.v2i2.9670.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 1, 2007, DOI: 10.1590/S1516-73132007000100005.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 2, 2007, DOI: 10.1590/S1516-73132007000200001.
- RAMOS, M.; THOMAZ, E. A Análise Textual Discursiva na interpretação do pensamento complexo e interdisciplinar presente nas perguntas dos estudantes. *CIAIQ*, Bustelo, v. 3, 2017.
- RESQUETTI, S. O. Uma sequência didática para o ensino da radioatividade no nível médio, com enfoque na história e filosofia da ciência e no movimento CTS. 281. Programa de Pós Graduação, doutorado em educação para a ciência e a matemática – Universidade estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, pp. 1-29, 2015,

- DOI: 10.1590/1516-731320150010002.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, pp. 1-23, 2000, DOI: 10.1590/1983-21172000020202.
- SANTOS, W. L. P. S.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, pp. 191-218, 2016.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química: Compromisso com a Cidadania. 4 Ed. Unijui. Ijuí: Brasil, 2003.
- SCHEFFLER, G. L.; DEL PINO, J. C. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud e o ensino de radioatividade. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 8, n. 1, pp. 29-46, 2013.
- SCHMIEDECKE, W. G.; PORTO, P. A. Uma abordagem da história da energia nuclear para a formação de professores de física. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, pp. 232-241, 2014.
- SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015, DOI: 10.1590/1516-731320150010005.
- SILVA, F. C. V.; Resolução de uma situação-problema sobre Radioterapia para construção de conceitos de Radioatividade no Ensino Superior de Química. 115. Dissertação de mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
- SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 15, n. 3, pp. 681-694, 2009. DOI: 10.1590/S1516-73132009000300014.
- SPECHT, C.; RIBEIRO, M.; RAMOS, M. G. Estudo das perguntas de professores e estudantes em aulas de Química. *Revista Thema*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, pp. 225-242, 2017. DOI: 10.15536/thema.14.2017.225-242.395.
- STRATHERN, P. Curie e a Radioatividade em 90 minutos. Zahar, 2000.
- TEKIN, B. B.; NAKIBOGLU, C. Identifying students' misconceptions about nuclear chemistry. A study of Turkish high school students. *Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 11, pp. 1712-1718, 2006. DOI: 10.1021/ed083p1712.
- TORO-BAQUERO, J. Qué visiones de CTS tienen los docentes de 5º y 9º grado de Colombia? Y ¿cuál es su relación con los estándares de ciencias del Ministerio de Educación Nacional?. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 20, n. 4, p. 853-869, 2014. DOI: 10.1590/1516-73132014000400006.
- TV SENADO - TECNOLOGIAS NUCLEARES. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=N6cFSp6nQF8&t=17s>>. Acesso em abril de 2016.
- VON LINSINGEN, I; CASSIANI, S. Educação CTS em perspectiva discursiva: contribuições dos estudos sociais da ciência e da tecnologia. *Redes*, Buenos Aires, v. 16, n. 31, p. 163-182, 2010





EL ROL DEL TUTOR ESCOLAR EN EL PRACTICUM DE CIENCIAS AL IMPLEMENTAR UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA POR INDAGACIÓN

THE SCHOOL TUTOR ROLE IN THE SCIENCE PRACTICUM WHEN IMPLEMENTING A PROPOSAL OF TEACHING BY INQUIRY

O PAPEL DO TUTOR ESCOLAR NO PRACTICUM DA CIÊNCIA QUANDO SE IMPLEMENTA UMA PROPOSTA DE ENSINO POR INDAGAÇÃO

Edith Herrera San Martín* Mercè Izquierdo Aymerich**

y Mariona Espinet Blanch***

Cómo citar este artículo: Herrera, E., Izquierdo, M., Espinet, M. (2021). El rol del tutor escolar en el Practicum de ciencias al implementar una propuesta de enseñanza por Indagación. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 346-363. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16121>

Resumen

El objetivo de la investigación es caracterizar el impacto positivo que tuvo en la formación inicial de profesores de ciencias una innovación en el Practicum, en la cual interactuaron los profesores en formación, su profesor universitario y el profesor guía en la escuela de prácticas. La innovación consistió en aplicar en la clase de ciencias, unidades didácticas basadas en la indagación científica utilizando el diagrama de Gowin como instrumento para sostener los procesos de argumentación y diálogo que son propios de la actividad científica. En el marco de esta propuesta didáctica se generó un clima de diálogo y reflexión en la triada formativa que permitió llegar a algunas conclusiones sobre el rol del profesor guía o tutor de prácticas desde el análisis del discurso de los participantes, mediante el uso de redes sistémicas. Como resultado de la reflexión sobre la acción emerge la caracterización del rol del profesor tutor de prácticas en: proporcionar apoyo emocional, pedagógico-didáctico y retroalimentación, también las limitaciones percibidas por la escasa relación entre la Escuela y la Universidad. Por ello, se aportan datos a favor de que la labor del profesor tutor incluya conversaciones profesionales transformadoras para dar lugar a una "mentoría reflexiva".¹

Palabras Clave: Formación inicial. Profesor tutor. Práctica pedagógica. Unidad didáctica. Método de enseñanza.

Recibido: 03 de abril de 2020; aprobado: 14 de agosto de 2020

* Departamento Ciencias de la Educación, Doctora en Educación, Universidad del Bío-Bío, Chile. eherrera@ubiobio.cl, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9359-7277>

** Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les ciències Experimentals, Professora Emèrita, Universitat Autònoma de Barcelona, España. merce.izquierdo@uab.cat, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1638-6978>

*** Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les ciències Experimentals, Professora titular, Universitat Autònoma de Barcelona, España. mariona.espinet@uab.cat, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6072-1497>

¹ Utilizamos el masculino como concepto genérico, pero las participantes fueron mujeres.

Abstract

The objective of this research is to characterize the positive impact in pre-service science teachers when applying one innovation in the Practicum, asking for an authentic interaction between the student future teacher, the university teacher, and the mentor teacher in the school of practices. The innovation consisted of developing in science class, didactic units based on scientific inquiry using the Gowin diagram as an instrument to support the argumentation and dialogue processes that are typical of scientific activity. Within the framework of this didactic proposal, a climate of dialogue and reflection was generated in the formative triad. It allowed us to reach some conclusions about the role of the mentor teachers of practices from a discourse analysis of the participants, through the use of systemic networks. As a result of the reflection on the action, the characterization of the role of the mentor teachers of practices in aspects as providing emotional, pedagogical-didactic support and feedback, also the perceived limitations due to the scarce relationship between the School and the University. For this reason, was provided data evidencing the necessity of mentor teachers should include transformative professional conversations leading to a "reflexive mentoring".

Keywords: Initial teacher training. Mentor teacher. Pedagogical practice. Didactic unit. Teaching method.

Resumo

O objetivo da investigação é caracterizar o impacto positivo que teve na formação inicial dos professores de ciência uma inovação no Practicum na interação pessoal dos professores em formação, seu professor universitário e o professor guia na escola de práticas. A inovação consistiu em aplicar, na aula de ciências, unidades didáticas baseadas na investigação científica, nas quais o diagrama de Gowin foi utilizado como instrumento para apoiar os processos de argumentação e diálogo típico da atividade científica. No âmbito dessa proposta didática, gerou-se um clima de diálogo e reflexão na tríade formativa que permitiu chegar a algumas conclusões sobre o papel do professor guia ou tutor de práticas a partir da análise do discurso dos participantes, através do uso de redes sistêmicas. Como resultado da reflexão sobre a ação, emerge a caracterização do papel do professor-tutor de práticas: fornecer apoio e feedback emocional, pedagógico-didático, além das limitações percebidas devido à escassa relação entre a Escola e a Universidade. Portanto, são fornecidos dados a favor do trabalho do tutor, incluindo conversas profissionais transformadoras para dar origem a uma "orientação reflexiva".

Palavras chave: Formação inicial. Professor supervisor. Prática pedagógica. Unidade didática. Método de ensino.

1. Introdução

Las prácticas externas o Practicum en la Formación Inicial Docente (FID), en las cuales el profesor en formación inicial (PFI) se inicia como docente bajo la supervisión del tutor de la escuela o profesor guía (PG) y el profesor universitario (PU, que es el investigador en el estudio que presentamos aquí), permiten la aproximación de los futuros profesores al trabajo profesional. Este aprendizaje práctico junto al PG del centro escolar tiene una gran influencia en las representaciones, reflexiones y decisiones sobre cómo enseñar que van a tomar los PFI (COCHRAN-SMITH, 2005) y es fundamental para que este construya su conocimiento profesional en procesos formativos que faciliten la reflexión con profesores experimentados (GARCÍA, 2006).

Sin embargo, algunos estudios recogen su carácter problemático (HAIGH, ELL, 2014) y sus limitaciones (ZABALZA, 2011) relativas a cuestiones curriculares, a la interpretación de la evaluación por parte de los distintos participantes y a la complejidad de su gestión, puesto que es necesario coordinar a los dos tipos de profesionales, PG y PU, que comparten la responsabilidad de la formación del PFI. Además, BENDER, YAFFE, SECHREST, (2012) señalan que en esta relación no hay una verdadera interacción entre PFI (que sólo deberían 'copiar' lo que hace el PG) y los PG (que no se cuestionan su manera de concebir la clase); no se consideran posibles cambios que podrían mejorar la formación científica de los alumnos de la escuela. Se suma a lo anterior la dificultad que tienen los futuros docentes para traducir las teorías y modelos teóricos que aprendieron en la Universidad en prácticas de aula. (POGRÉ, 2007, pp.43).

El propósito de este estudio es proponer una innovación en la clase de ciencias en las escuelas de prácticas basada en indagación con el uso del diagrama Uve de Gowin. Esta innovación es implementada por el futuro profesor (PFI) pero requiere la participación del PG, así como la supervisión del PU. Por ello, al aplicarla, se facilita la relación PFI, PG y PU, con lo cual se establece una tríada (PFI, PG y PU) en la

que se dialoga y reflexiona para conseguir una mejor formación científica de los alumnos de la escuela y, con ello, se ponen en evidencia las características de la profesión docente, y desde los participantes emerge el rol del tutor escolar. Consideramos que, de esta forma, podremos fundamentar mejor las decisiones adoptadas durante el Practicum.

La investigación caracterizó los procesos de reflexión en el Practicum de cinco estudiantes de Pedagogía en Ciencias Naturales de una Universidad Pública de la región de Ñuble, Chile. Las Escuelas de Prácticas aceptaron llevar a cabo la innovación propuesta (enseñar ciencias mediante indagación con el diagrama V de Gowin) y los PG que aceptaron participar se comprometieron a abrir las aulas para la observación de su práctica y reflexionar con todos los actores. (SCHÖN, 1992; PERRENOUD, 2010). Nuestro supuesto es que al dialogar sobre las tensiones o problemáticas generadas con el cambio metodológico no sólo se va a mejorar la formación científica de los alumnos, sino que también lo hará el conocimiento profesional de los participantes de la triada formativa formada por los PFI, los PG y el PU.

2. Marco de Referencia o Marco teórico

2.1. La formación inicial y la tutoría en una triada formativa en el Practicum.

En la actualidad, la formación inicial del docente se ha orientado hacia modelos centrados en las prácticas (ÁVALOS, 2009), procurando una incorporación progresiva de ellas desde el inicio de las carreras pedagógicas. En este contexto la incorporación de innovaciones educativas se ha convertido en prioridad en las agendas políticas de distintos países (OECD, 2012; SCHLEICHER, 2011), por lo que universidades y escuelas hacen esfuerzos para que la formación inicial docente que reciben los maestros responda a los retos de la sociedad e innovación educativa actuales (ALTAN, SA LAMEL, 2015; CASPERSEN, RAAEN, 2013; LOHMANDER, 2015;). Este viraje (ZEICHNER, 2012; FORZANI, 2014) ha llevado a la creación de lazos interinstitucionales con los centros educativos, ya que es allí

donde el tutor (PG) adquiere un papel central en la orientación del futuro profesor. Esto es así porque, según MARTÍNEZ-FIGUEIRA, RAPOSO-RIVAS, (2011) los maestros tutores son la primera imagen del mundo profesional que el estudiante reconoce. Sin embargo, existe ambigüedad en el rol del tutor, en los recursos de que deben disponer y en las competencias que debe adquirir para poder satisfacer las necesidades de los aprendices (CLARKE, TRIGGS, NIELSEN, 2014).

Los estudios sobre el Practicum indican que es frecuente una sensación de cansancio, vulnerabilidad y estrés en el desempeño docente de los futuros profesores (BECK, KOSNIK, 2000). DE CÁSSIA ZANETI, MOURO, RODRIGUES (2011) señalan que la formación inicial instruida en la Universidad es un espacio privilegiado que les ofrece a los estudiantes una sensación de seguridad, por la opción de corregir sus errores sin mayores problemas. Sin embargo, la primera práctica profesional genera angustia, conflictos personales, conflictos de instrucción y frustraciones, por el cambio de condición, de estudiante a profesor, en contextos educativos reales. Por ello, señala FEIMAN-NEMSER (2001) que el apoyo que se solicita para los PG implica tanto una forma de apoyo psicosocial como profesional, dada la relevancia de la formación práctica. Por su parte SANTOS Y FREITAS (2009) afirman que la práctica docente es el momento que propicia el inicio de la construcción del pensamiento y los saberes prácticos del profesor, lo cual moldeará su futura conducta en la sala de clases. En este sentido, los procesos de formación docente en Chile no han logrado producir los cambios que se requieren para enseñar y aprender ciencias en el siglo XXI (CISTERNAS, 2011) y por ello, la dimensión práctica de la formación docente es uno de los dispositivos clave que hay que tener en cuenta para reflexionar en torno al desempeño de los futuros profesores en contextos educativos diversos con las orientaciones entregadas por tutor de práctica escolar y el profesor de la universidad. Por lo anterior, nos parece relevante caracterizar el rol del tutor de prácticas que emerge de la reflexión de la triada formativa

en el marco de la implementación de una unidad didáctica, basada en indagación científica escolar, desde la perspectiva del futuro profesor durante la práctica pedagógica.

La tutoría en la Formación Inicial Docente (FID) ha tomado relevancia debido a las nuevas leyes que establecen un Sistema de Desarrollo Profesional Docente (MINEDUC, 2016), que plantean retos importantes y requieren enfrentar algunas de las disfunciones actuales. Algunos estudios señalan que el Practicum no está suficientemente articulado entre el sistema universitario y escolar, MÉNDEZ (2012); MONTECINOS, WALKER, CORTEZ (2015); ZEICHNER (2010) por lo que se hace necesario alinear los objetivos e instrumentos mediadores que se ponen en juego durante el proceso de formación. Por ejemplo, como señala MONTECINOS, (2014), el PFI es considerado por los profesores de la Escuela de Prácticas como alguien ajeno de quien deben hacerse cargo, limitándose a realizar lo que la universidad les pide y, en algunos casos, sin tener por parte de ella la información que desearían tener. La falta de conexión entre la formación teórica y práctica percibida por los PG y los PFI (KORTHAGEN, 2010) es la causa de muchos de los problemas en las prácticas profesionales. Según ÁVALOS, (2009), para solucionar este problema es necesario un equilibrio entre ambos componentes formativos al mismo tiempo que un trabajo colaborativo en contextos educativos diversos.

Los Modelos de Tutoría en el Practicum

En el Practicum, una de las situaciones de aprendizaje que tiene un rol clave en la vinculación entre la facultad y el centro escolar son los diálogos en las denominadas triadas formativas (OEI, 2015; ROMERO, MATORANA, 2012; ULVIK, SMITH, 2011) en las que participan el profesor universitario, el tutor del centro escolar y el maestro en formación. Estas triadas constituyen un espacio propicio para que los participantes enfrenten y discutan de manera dialógica aspectos teóricos y prácticos que ocurren en el aula escolar. Es así que centrar el interés en las triadas formativas conlleva a atender las voces, acciones o necesidades que declaran y que realizan los

participantes implicados en este proceso. Estudios realizados sobre las triadas formativas en Practicum por ULVIK, SMITH (2011) destacan en sus conclusiones que las partes involucradas coincidieron en varios puntos: la importancia de la calidad de la tutoría (en concreto de la retroalimentación), la autonomía y la responsabilidad de los estudiantes de maestro en las diversas experiencias, sentirse incluido en el ambiente escolar, tener una práctica estructurada. Sin embargo, surgieron elementos para identificar puntos de vista diferentes al concebir la práctica por parte de los participantes en el estudio. Los estudios en el contexto chileno sobre las triadas formativas señalan una relación desarticulada entre sus actores y una dicotomía entre teoría y práctica (OEI, 2015).

Siguiendo la perspectiva de las triadas formativas, LE CORNU, EWING (2008) sugieren tres orientaciones o modelos de tutoría para la práctica de aprender a enseñar: la "visión tradicional", la "visión reflexiva" y la de "comunidades de aprendizaje" que muestra la figura 1.

i) En el Modelo Tradicional (MT) de experto y aprendiz (BULLOUGH, DRAPER, 2004), un estudiante en formación (PFI) es recibido por un profesor tutor de aula que le acompañará durante todo el período de prácticas (PG), y es visitado (o no) por el profesor universitario (PU) responsable de la educación

inicial del maestro. Esta práctica tradicional se basa en gran medida en que el PG es quien modela la forma de enseñar para que los profesores principiantes puedan reconstruir esas prácticas (ORLAND-BARAK, HASIN, 2010). La relación entre el profesor guía es el de un experto que entrega el conocimiento profesional a los futuros profesores; el PU queda lejano en la interacción. El modelo está basado en la creencia que la enseñanza es un oficio y que su práctica se puede aprender de un experto o modelo. Este es el modelo que impera en nuestra universidad

ii) El Modelo de Tutoría Reflexiva (MTR). Considera que la enseñanza es más que un oficio aprendido y traspasada a otro, sugiere que aprender a enseñar requiere el desarrollo de mirada comprensiva y abarcadora del sistema educativo, del contexto escolar, en el rol sobre la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos, y en la reflexión de la práctica docente para reorientarla. Autores como GRUDNOFF, TUCK (2003) han calificado este modelo como "intervencionista crítico" y alientan a los profesores principiantes a participar en la reflexión y a cuestionar el statu quo; por lo tanto, supone pasar desde el modelo de "supervisión" a uno de "tutoría reflexiva". Basados en este enfoque propusimos a los PG el acompañamiento de los PFI. Desde nuestra perspectiva, acompañar al futuro profesor de ciencias bajo este modelo de tutoría que favorece la

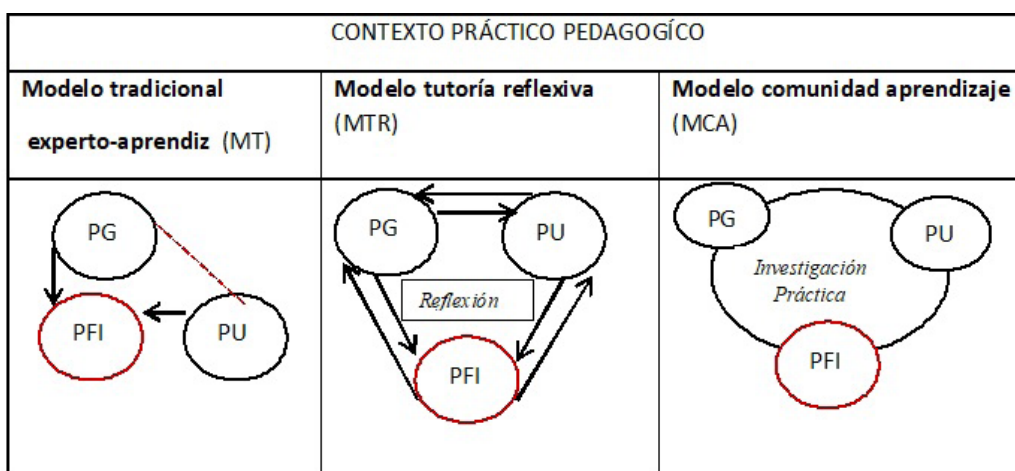


Figura1. Modelos de tutoría según Le Cornu y Ewing (2008). Fuente: Elaboración propia, 2020.

reflexión sobre la actividad práctica por parte de los profesores iniciales, permite la reconstrucción de los esquemas o representaciones subjetivas significativas que guían su acción, lo que contribuye a la identificación del conocimiento profesional.

iii) La esencia del Modelo en Comunidades de Aprendizaje (MCA) es dar valor a las relaciones de colaboración, en interacciones simétricas entre el PG, el PFI y el PU en una comunidad de aprendizaje que aborda desde la diversidad de perspectivas la práctica educativa, para enriquecer el aprendizaje. Desde esta perspectiva, el rol del PG es el de un colega de confianza en la comunidad de aprendizaje, y su función de supervisor o tutor toma el significado de 'mentor'. Según LANGDON, (2014) el aula es un lugar de investigación, y los PG son también aprendices que necesitan pensar en "cómo desarrollar una práctica de enseñanza basada en teoría" asumiendo su rol. Desde esta visión WANG, O'DELL (2002) utilizan la frase "transformación del conocimiento" para describir este enfoque en el cual la relación es colaborativa y el PG es un 'mentor'. MONTECINOS et al., (2012), hace hincapié en la importancia que tiene generar instancias formales para el trabajo conjunto entre docentes mentores, tutores universitarios y maestros en formación en la formación inicial de estos últimos, con el fin de retroalimentar y reflexionar acerca del desempeño de los practicantes, aspecto que no tiene suficiente presencia en la formación inicial de profesores en Chile.

2.2. La indagación científica escolar con el uso del diagrama Uve Gowin

Según IZQUIERDO, SANMARTI, ESPINET (1999), la indagación científica de los escolares se sustenta sobre tres pilares de la actividad científica en la escuela: los hechos del mundo a conocer, que deben transformarse en hechos científicos en el marco de los modelos teóricos que propone el currículo; los métodos (manipulaciones e instrumentos) que hacen posible esta transformación; el lenguaje y los signos en general, que deberán servir para la comunicación (y por ello deben generarse en el diálogo y la discusión) pero que también son normativos,

según las reglas del lenguaje de las ciencias. Por lo anterior, el diagrama Uve de Gowin, se convierte en un recurso que conduce a los estudiantes hacia la interpretación de lo que están haciendo en un lenguaje científico. Éste diagrama desde la perspectiva de IZQUIERDO et al. (1999). es el instrumento heurístico que ayuda guiando el diálogo y reflexión de los alumnos sobre los hechos o fenómenos, de acuerdo a una finalidad (la pregunta de indagación) procurando que este razonamiento sirva para vincular significativamente situaciones - problema con variables (causales), conceptos científicos, unas ideas con otras, y hechos e ideas, entre sí para proponer una hipótesis y desarrollar un diseño de resolución que aporte evidencias a una conclusión basada en argumentos.

Considerando lo anterior, MORANTES, ARRIETA, NAVA (2013) proponen en una secuencia didáctica la herramienta heurística V de Gowin como mediadora del aprendizaje experimental en Física orientada al desarrollo de la formación investigativa y el aprendizaje significativo de los estudiantes de pregrado de Ingeniería, y reportan un avance progresivo de los grupos cooperativos en la articulación efectiva entre el dominio conceptual y el dominio metodológico, posibilitando la construcción y transferencia de los conocimientos. Estos resultados concuerdan con SÁNCHEZ, HERRERA (2019) al estudiar la eficacia en el aprendizaje significativo y desarrollo de la competencia científica a través del uso del diagrama Uve de Gowin en estudiantes de Ingeniería Civil evidenciando un mejoramiento en el nivel de logro de la competencia científica en el grupo experimental respecto al grupo control. Se destacan las oportunidades al aprender a indagar y modelizar (por ejemplo, hacer preguntas, construir diseños para responderlas), para construir afirmaciones científicas y justificar esas afirmaciones en su grupo colaborativo de trabajo con la orientación de su profesor.

Adicionalmente en las orientaciones de las Bases Curriculares del Ministerio de Educación de Chile se promueve la clase de ciencias por indagación como base metodológica a los profesores de Ciencias

Naturales y se sugieren en diversos niveles de los textos escolares (7º, 8º, 1º, 2º año) actividades de aprendizaje con el uso y la forma de aprender a utilizar el diagrama Uve de Gowin. Sin embargo, las aulas de ciencias de las escuelas, paradójicamente muestran una muy discreta o casi inexistente presencia de la indagación (REID, HODSON, 1993). Una realidad similar presenta la Enseñanza Secundaria de ciencias en Chile, la cual se realiza de forma tradicional y con modelos predominantemente teóricos (GONZÁLEZ-WEIL et al., 2012).

2.3 La reflexión sobre la acción durante el desarrollo de una propuesta didáctica por indagación.

En la actualidad la mayoría de los currículos de las carreras de pedagogía han optado por un enfoque crítico reflexivo en el Practicum, que se concibe como una actividad reflexiva, colectiva y contextualizada. Desde esta perspectiva la reflexión sería entonces uno de los principios orientadores para lograr una práctica de calidad (GUERRA, 2009). En esta misma línea, PERRENOUD (2004, p.17) señala que formar a principiantes es formar personas capaces de evolucionar, de aprender de la experiencia, que puedan reflexionar sobre lo que quieren

hacer, sobre lo que realmente han hecho y sobre el resultado de ello. Por su parte, SCHÖN (1992) plantea que la reflexión de la praxis docente debe conducir a dos niveles reflexivos, uno que ha de permitir emitir juicios o apreciaciones cualitativas de las situaciones, denominado “reflexión desde la acción o desde la práctica” y otra llamada reflexión “sobre la práctica”, que se lleva a cabo después de su desempeño y que es definida como la tarea que debe ser emprendida por el profesional reflexivo para transformar aquellas teorías implícitas que han surgido en su práctica a teorías explícitas que permitan cuestionar su desempeño.

3. Metodología de investigación

3.1 El Contexto de la investigación

El estudio sobre la propuesta de innovación del Practicum en la enseñanza de las ciencias por indagación forma parte de una investigación mayor formada por tres fases interrelacionadas. En la primera fase, el estudio se centró en la formación científica orientada a la indagación que recibieron los PFI en la Universidad por la PU (investigadora y diseñadora de la propuesta), esta experiencia formativa de los

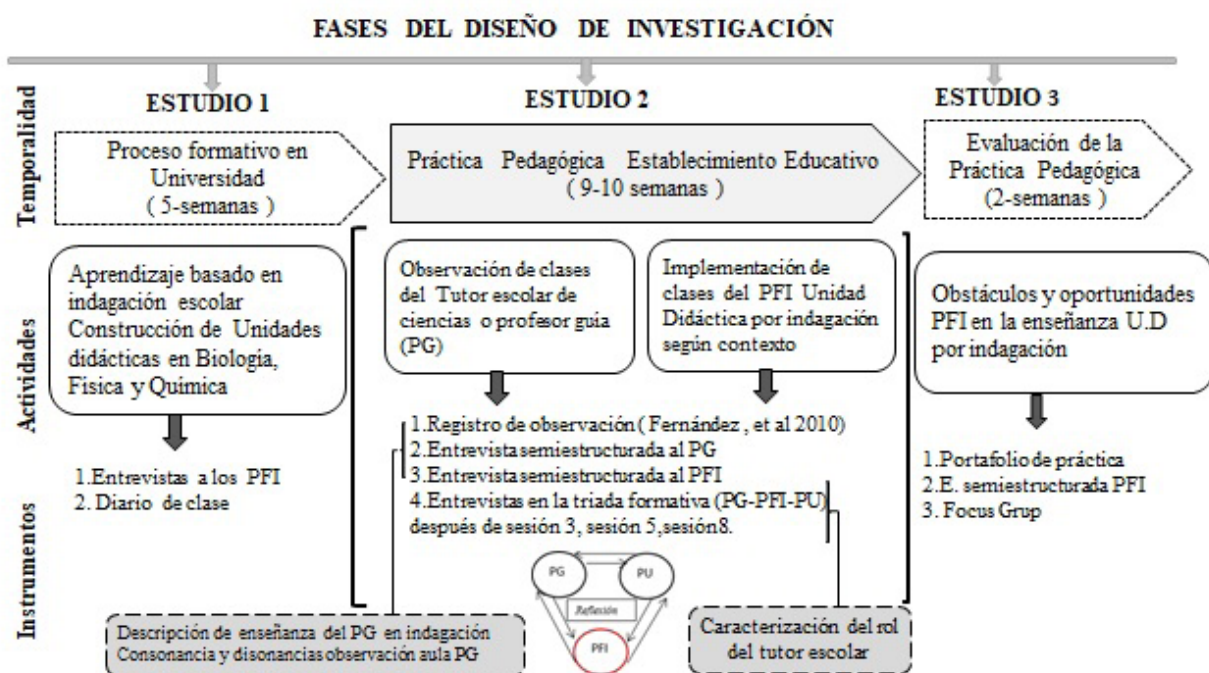


Figura 2. Fases del diseño metodológico propuesta didáctica por indagación en Practicum. Fuente: Elaboración propia, 2020.

PFI fue aplicada al diseño de la unidad didáctica por indagación que se propuso a los PG en los colegios de práctica. En la segunda fase se exploraron las interacciones dialógicas en una tríada formativa durante la implementación de la unidad didáctica que habían diseñado. En la tercera fase del estudio se evaluó la experiencia práctica de los PFI en una reflexión crítica sobre los obstáculos y oportunidades al enseñar la unidad didáctica asignada por indagación con el uso del diagrama Uve de Gowin, según la figura 2.

La propuesta de innovación por indagación con el diagrama V de Gowin.

Presentamos en esta comunicación el estudio 2, en el cual se analiza la interacción entre los PFI, PG y PU durante nueve semanas, en las cuales los PFI junto a sus PG implementaron la unidad didáctica diseñada como indagación, bajo la supervisión de PU. Se estableció una tríada formativa (PG, PFI, PU) cuando todos ellos se preguntaron sobre los aspectos didácticos de la actividad conjunta. (BEAUCHAMP, 2015; CORREA, 2011). No consideramos aquí los detalles de las diferentes unidades didácticas ni los que se refieren a la participación de los alumnos de las Escuela de Prácticas; nos proponemos hacerlo en un nuevo artículo.

La investigación se presenta como un estudio de caso (STAKE, 1998) bajo un paradigma cualitativo (FLICK, 2004). Participaron cinco profesoras (PFI) de la carrera de Pedagogía en Ciencias Naturales, Universidad del Bío-Bío, región de Ñuble, Chile, que se encuentran en el cuarto año de carrera, cursando la asignatura de Práctica Pedagógica, cinco

Profesores Guía (PG) como se muestra en la Tabla 1 y el Profesor Universitario (PU). La selección de los participantes se hizo a conveniencia y todos los participantes firmaron un consentimiento informado. Al inicio del Practicum, la PU se reunió con el PG de la escuela para conformar la tríada formativa en cada centro escolar con el objetivo de explicar el cambio metodológico, el contenido de las sesiones de trabajo colaborativo, los objetivos de la observación de las clases del PG y la organización de la unidad didáctica diseñada por indagación por el PFI. Posteriormente se programó la UD por indagación (ARGYRIS, SCHÖN, 2002).

En la tabla 2 se muestran los distintos problemas a resolver por indagación, cuyo hilo común corresponde al uso del diagrama V de Gowin, que es una forma nueva de trabajo para los PG. En el aula la metodología didáctica fue diseñada de forma que el estudiante tenga un rol activo en su aprendizaje; para ello los alumnos se organizaron en grupos colaborativos de cuatro integrantes, para resolver los problemas diseñados con el andamiaje dado por el diagrama.

A modo de ejemplo en la figura 3 se presenta la propuesta didáctica de indagación en física realizada por la PFI2. Ella cambia el aula tradicional por el gimnasio del colegio, señalando a los alumnos que deben medir su masa en la balanza y también el tiempo que se demoran en subir caminando las graderías, luego al subirlas corriendo. La PFI2 pregunta a sus estudiantes de antemano ¿cuál creen que será el fenómeno que podemos investigar? ¿qué pregunta podríamos contestar en conjunto?

Tabla 1. Casos del estudio, antecedentes profesionales del profesor guía (PG) y Unidades didácticas

Profesor inicial (PFI)	Profesor guía (PG)	Experiencia Profesional PG	Curso observado	Nº clases observadas	Unidad didáctica aplicada
Caso1 qca	PG1 Química	5 años	2º (16 años)	2 clases PG1	Química orgánica: Los hidrocarburos
Caso2 fca	PG2 Física	35 años	2º (16 años)	2 clases PG2	Cinemática: Trabajo y Potencia
Caso3 bio	PG3 Biología	21 años	2º (16 años)	2 clases PG3	Hormonas y reproducción humana
Caso4 bio	PG4 Biología	8 años	8º (12-13 años)	2 clases PG4	Requerimiento nutricional celular
Caso5 bio	PG5 Biología	6 años	8º (12-13 años)	2 clases PG5	Estructura y función seres vivos

Fuente. Elaboración propia, 2017.

Tabla 2. Problemas a resolver por indagación en Unidad Didáctica según curso de Práctica

PFI	Curso	Problema a resolver por indagación
1	2º año Medio	¿Cuáles son sus aplicaciones en nuestra vida de los grupos funcionales de los compuestos orgánicos?
2	2º año Medio	¿Cambia la potencia y el trabajo cuando subo y bajo las escaleras del gimnasio caminando o corriendo?
3	2º año Medio	¿Cómo regulamos la insulina y glucagón en nuestro cuerpo diariamente?
4	8º Año	“Buscamos evidencias para demostrar la acción de la enzima amilasa salival”
5	8º Año	“comprobemos la influencia de la vegetación en la erosión del suelo”

Fuente: Elaboración propia, 2017.

¿cuáles son los conceptos podemos estudiar con esta actividad? A medida que avanzan toman datos, concretan la pregunta y completan el diagrama V de Gowin. En la actividad se dialoga en los grupos respecto a ¿cómo podríamos representar los datos? ¿cuáles podrían ser las variables que influyen en la experiencia realizada?, ¿qué hipótesis podrías formular con todos los datos recopilados? Al cierre de clase comparten sus conclusiones y los grupos expresan ¿para qué me sirve lo que aprendí en la clase de hoy?

3.2 Las preguntas de investigación

En el escenario de cambio didáctico se hace posible

una reflexión profunda sobre las características de un Practicum comprometido con la innovación que afecta tanto a los PFI como a los PG que favorece la interacción y la discusión, con la participación del PU, quien ha moderado el discurso e indaga en las razones que sustentan las opiniones de los entrevistados, propone otros puntos de vista durante el proceso de innovación en cada escuela. Por lo que en esta parte de la investigación buscamos dar respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo describe su práctica el PG a los PFI que observan su clase? (interacción PG-PFI)
2. ¿Existe coherencia entre la descripción de las

NOMBRES: ___Julio, Fabián, Carlos, Benjamín CURSO ___2 año Medio

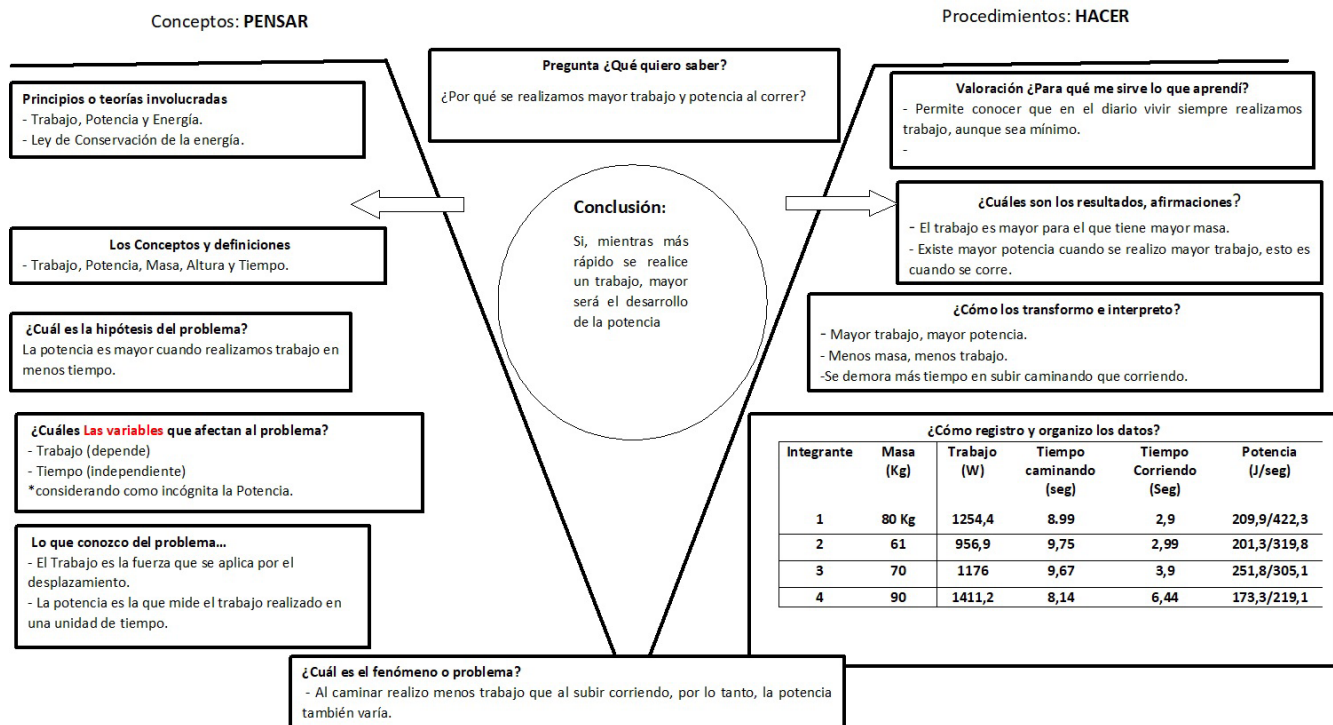


Figura 3. Ejemplo de Indagación con diagrama V por estudiantes de Secundaria. Fuente: Elaboración propia, 2017.

acciones docentes del PG con las observadas por el PFI?

3. ¿Cómo se caracteriza el rol del PG en el Practicum de ciencias al implementar una propuesta de enseñanza por indagación en la interacción de la triada formativa?

3.3. Instrumentos de recogida de datos

a) Observación por parte del PFI a las clases de su PG según un protocolo de observación

Durante las dos primeras semanas de práctica (período de inducción) el PFI y PU ingresaron como observadores a dos sesiones de clase de ciencias del PG de noventa minutos cada una, distanciadas en una semana, tratando de interferir lo menos posible y se completó un registro en forma de pauta de cotejo que consta de 35 indicadores ya probados en investigaciones anteriores (FERNÁNDEZ, et al., 2010). Los indicadores se agruparon en cuatro categorías: actividades administrativas y normativas en el aula, preguntas realizadas en aula, actividades de recuerdo y manipulativas, actividades de reestructuración de conocimientos, actividades de indagación científica. El protocolo fue validado por dos expertos en didáctica y tres profesores de ciencias de Enseñanza secundaria. La medida de consistencia interna alfa de Conbrach (0,87) del instrumento se ajustó al valor de fiabilidad en estudios confirmatorios y nos permitió concluir que el protocolo aporta datos coherentes y aceptablemente fiables.

b) Entrevista semiestructurada al PG:

La PU entrevistó a los cinco PG al inicio de la etapa de inducción siguiendo un guion, con el fin de profundizar cómo el PG decide, organiza y realiza sus actividades docentes para enseñar indagación en su clase. Las preguntas de la entrevista fueron revisadas previamente por tres profesores de ciencias de Educación Secundaria. Se incluye las siguientes cuestiones: i) ¿cómo ha sido su trayectoria como profesor de ciencias?, ii) ¿qué considera para organizar una clase ciencias iii) ¿cómo describe una práctica por indagación en ciencias?, iv) describa la estrategia metodológica que utiliza con sus alumnos para desarrollar habilidades de indagación científica.

En una segunda entrevista se consideró v) ¿cómo caracteriza el rol de profesor guía en la práctica?, vi) ¿cómo describe su experiencia de profesor guía en el desempeño demostrado por futuros profesores de ciencia? y vii) ¿cómo valora su rol como tutor de práctica?

c) Entrevista semiestructurada al PFI: la PU entrevistó con preguntas similares a la entrevista anterior a las cinco PFI antes y después de la observación de las clases del PG.

d) Entrevista en la triada formativa (PG-PFI-PU). Se registró el diálogo en la que participaba la tríada (PG, PFI y la PU) en cada centro educativo, después de observar la clase del PFI la discusión giró en torno a i) ¿Cuál ha sido la percepción sobre el desempeño en las actividades de aprendizaje de la clase implementadas? ii) ¿Cuáles fueron sus obstáculos y oportunidades en la implementación de su unidad didáctica en esta clase? y iii) ¿Cómo caracteriza el rol del tutor escolar en su práctica?

3.4. Análisis de datos

Las entrevistas en audio fueron grabadas para luego realizar su transcripción, utilizando seudónimos para respetar el anonimato de los participantes. El proceso de análisis de los datos se describe en tres etapas: (a) Reducción de datos: se llevó a cabo un pre-análisis de contenido con el apoyo del software Atlas ti versión 7.0 que analizó la unidad del discurso del PG y PFI y definió los códigos iniciales, que posteriormente se agruparon por densidad siguiendo un procedimiento inductivo para llegar a construir las categorías; su validez y significado se analizaron en tablas de contingencia de forma simple

(b) Se transformaron los datos mediante el uso de redes sistémicas (BLISS, MONK, OGBORN, 1983), identificando secuencias discursivas con significado (COUSO, PINTÓ, 2009).

(c) Se obtuvieron los resultados y conclusión a partir de la interpretación de las relaciones complejas entre los elementos analizados en las redes. Para su presentación, se seleccionaron algunos extractos textuales relevantes con el fin de otorgar rigurosidad a los mismos a través de la confirmación de los análisis (RUIZ-OLABUÉNAGA, 1996).

4. Resultados

4.1 Descripción de la práctica educativa referida a indagación en el Profesor guía.

La descripción que los cinco PG, con diferente experiencia profesional (desde 5 años hasta 35 años de servicio), hacen de su práctica, se obtuvo del relato en la entrevista semiestructurada (PG-PU). Los resultados entregan evidencias de dos estilos de enseñanza: según se aproxima más hacia el constructivo o hacia el más tradicional (WISE,1996), la organización de la clase, revela el clima de aula y su planificación. Por el tamaño de la muestra los resultados que muestra la red sistémica de la figura 4 no son generalizables.

La red nos entrega indicios sobre cómo orienta el PG su forma de enseñar y la influencia que este puede ejercer en el PFI como “modelo a seguir” (KORTHAGEN, 2004).

4.1.1 Organización de la clase.

La figura 4 muestra que todos los PG coinciden en dar importancia a la organización del aula: en la responsabilidad del profesor al generar el clima

para el aprendizaje de ciencias, con normas y consensos para atender la diversidad de sus alumnos y preparar sus diseños de aula siguiendo el inicio, desarrollo y cierre.

4.1.2 Estilo de enseñanza del PG:

Las diferencias en las estrategias descritas para promover la indagación en sus clases nos permitieron agruparlos según su estilo de enseñanza en: tradicional en el caso del PG2, PG4, PG5 y estilo constructivo en el PG1, PG3.

a). Estilo enseñanza tradicional. Los PG2, PG4, PG5 describen en sus clases el uso de estrategias para recordar, preguntas cerradas para memorizar y actividades de laboratorio aplicando el método científico y desde sus relatos:

PG2, caso 2: se refiere al método científico de manera teórica, con ejemplos cotidianos.

“Las actividades que hacen los alumnos son de lectura de textos o guías, también observan, escuchan, comparan, resuelven ejercicios de guías, identifican causa-efecto en situaciones físicas reales luego escriben sea individual o grupal”

PG4, caso 4: señala que sus tiempos son escasos

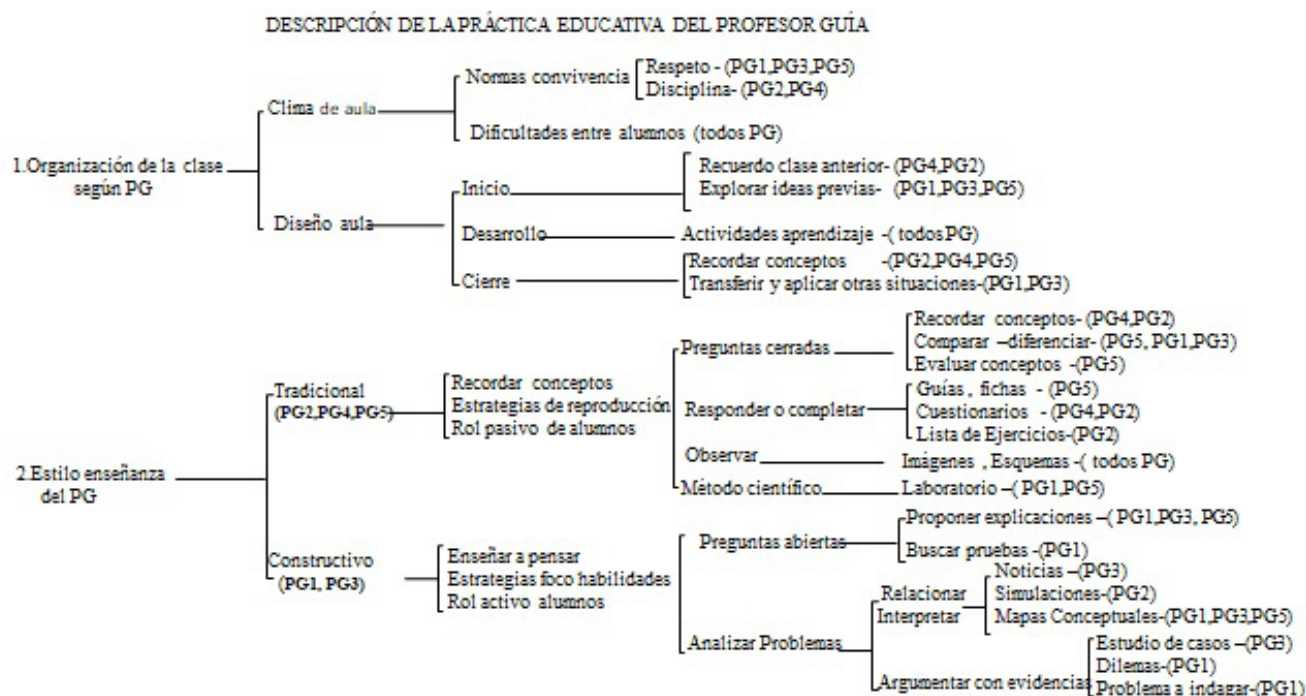


Figura 4. Red sistémica de la práctica aula descrita por el PG de ciencias. Fuente: Elaboración propia, 2020.

por la exigencia en los contenidos a tratar.

“Realizo preguntas de forma continua durante la clase, para monitorear el aprendizaje, para mantener la atención de los alumnos, para recordar, retroalimentar, comparar, a menudo desarrollan guías, y uso actividades del texto y sólo hago un laboratorio al semestre para desarrollar las habilidades científicas” PG5, caso 5: hace notar que la formación universitaria no ha cambiado desde que egresó, porque los PFI llegan al colegio con las mismas dificultades que le tocó vivir durante su práctica inicial en la misma universidad.

“Para desarrollar habilidades científicas, trabaja en el laboratorio, usa el método científico, para enseñar cómo hacer observación, hipótesis, las predicciones (...) Su dinámica con los niños, en sus clases es hacer actividad aprendizaje cortas para aprender concepto –aplicación y evaluación –retroalimentación con preguntas”.

b). Estilo enseñanza constructivo en ciencias. Los PG1 y PG3 describen en sus actividades de aprendizaje un estilo constructivo. Desde su relato estos PG utilizan preguntas abiertas y plantear problemas para resolver a sus alumnos en la clase.

PG1, caso 1: indica que se ha preocupado de trabajar habilidades científicas de forma explícita para investigar con estudiantes:

“Comienzo presentando el relato de experimento antiguo de un científico y les planteó ¿cuál habrá sido la pregunta de investigación de esa época? Para que ellos se planteen las preguntas y los hago retroceder un poco en el tiempo, buscan las variables, luego investigan (...). En otra clase también les puedo entregar un problema y ellos buscan datos, construyen las tablas, gráficos identificando las variables”

PG3, caso 3: describe que sus estrategias cambian según el contexto del curso.

“Generalmente analizo un problema, alguna noticia importante, un caso, puede ser y los conecto con la búsqueda de soluciones, proponiendo el análisis de sus variables para promover el pensamiento científico, hago preguntas abiertas y cerradas, entrego pistas en los grupos para inducirlos a pensar... la

búsqueda de explicaciones en alguna noticia. Eso si me voy acomodando al curso, con todos no es igual, (PG3, mención química entrevista 1).

4.2. Contraste entre acciones docentes descritas por profesor guía y las observadas por el profesor en formación inicial. (PFI-PG y PFI-PU)

El protocolo de observación reportó la existencia de las acciones realizadas por el PG (FERNÁNDEZ, et al., 2010) las cuales fueron analizadas por los PFI junto con la PU. EL PG describió sus acciones en el relato de entrevista específicamente en las preguntas (iii) ¿cómo describe una práctica por indagación en ciencias? y (iv) describa estrategias metodológicas que utiliza con sus alumnos para desarrollar habilidades de indagación científicas. El resultado de las acciones descritas por el PG en las clases y las acciones observadas por el PFI se muestra la tabla 3 Según este protocolo las actividades de aprendizaje propuestas por los PGs en la clase de ciencias presentan su mayor frecuencia en acciones de recuerdo y manipulativas. Existe en todos los PG un bajo registro de actividades administrativas y de normativas (<5%).

Se establece una contrastación dispar en la dinámica de trabajo en los PGs de ciencias con respecto al nivel de apoyo ofrecido a los alumnos. Mientras que los PG2, PG4 y PG5 expresan un alto nivel de control sobre las acciones de sus estudiantes trabajando de forma individual, los PG1 y PG3 ofrecen un apoyo guiado con un mayor protagonismo del alumnado en el aprendizaje y la participación en actividades grupales.

Una relación de apropiación similar entre PG2, PG4 y PG5 es asumir que, por el hecho de realizar una actividad de laboratorio, ésta genera por sí sola el desarrollo de habilidades científicas y que, al seguir el método científico, como un procedimiento tipo “receta cocina” el alumno las aprende de forma innata.

Cuando se contrastó el discurso del PG –PU en la red sistémica (figura 2) con observación de aula del PFI y PU según protocolo (tabla 3) se evidencia la coherencia entre las acciones descritas y observadas en aula en el estilo docente con foco en los

Tabla 3. Comparación entre acciones descritas por el PG y las observadas en aula por PFI

Acciones del profesor guía en indagación en el aula	PG1	PG2	PG3	PG4	PG5
<i>Descritas por PG entrevista</i>					
Preguntas para recordar o evaluar conceptos		X	X	X	X
Observar imágenes	X	X	X	X	X
Explicar fenómenos, relacionar	X	X	X	X	X
Completar guías, fichas, esquemas			X	X	X
Resolver ejercicios problemas		X		X	
Actividades de laboratorio siguiendo el método científico	X	X		X	
Argumentar con evidencias a problemas	X				
<i>Observadas en aula del PG</i>					
Recordar o reproducir conceptos		X	X	X	X
Manipulativas, de seguir procedimientos		X	X		X
Modelar fenómenos	X				
Reestructuración de los conceptos	X		X		X
Trabajo individual – parejas aula		X		X	X
Trabajo grupal	X		X		

Fuente: Elaboración propia, 2019.

conceptos en el caso del PG2, PG4, PG5, en modelar y reestructurar conocimientos en el caso PG3 y en indagar situaciones problemáticas sólo el caso del PG1 (FERNÁNDEZ et al., 2010).

4.3 Caracterización del rol del profesor guía desde la reflexión trídica PFI-PG-PU

Las opiniones expresadas en la reflexión trídica registrada por PU sobre el rol del PG a partir de las interacciones entre PU, PG y PFI producidas por la innovación didáctica que se había diseñado (que consistía en enseñar ciencias como indagación científica mediante la V de Gowin) se organizaron en una red sistémica que muestra la figura 5. En ella se recogen las aportaciones de los PG y las de los PFI. Se obtienen cuatro 'categorías' en relación a lo que debería ser la función de un PG que inicia a los PFI en una práctica docente innovadora: ser un 'modelo', dar apoyo al PFI, proporcionar retroalimentación y fortalecer la relación entre la Escuela de Prácticas y la Universidad. La red de la figura 5 nos proporciona el significado de estas categorías que mostramos a continuación a partir de comentarios seleccionados de los PG y PFI, que se muestran en cursiva.

El PG un modelo de enseñanza. Los PFI valoran el trabajo de sus PGs al considerarlo como un modelo de enseñar a seguir, y destacaron su rol formador fundamental para ir mejorando durante su proceso de práctica. La PFI3 señala que esta experiencia ha sido fundamental para darse cuenta de su vocación y valora el respeto que se ha ganado el PG3 de sus alumnos. El PG2 señala que se generan lazos de colaboración PG-PFI entregando algunas pistas de situaciones problemáticas que ocurren en el aula. La PFI1 describe en una frase a su PG1: "ella refleja la pasión por enseñar la ciencia a los niños. Para la PFI5 es modelo por la "autoridad que ejerce con los alumnos, ya que siempre mantuvo el orden, ellos siempre respetaban a la profesora". Sin embargo, otra experiencia distinta relata el caso del PFI4, puesto que señala que nunca tuvo un modelo a seguir sobre cómo hacer la clase, agrega "Nunca vi hacer clases a mi profesor guía, el PG4 entregó una guía y dijo: "ya chicos, resuelvan" (entrevista trídica). El apoyo pedagógico y emocional del PG. Uno de los aspectos que más han resaltado los futuros profesores, debido a que señalan que los PGs "deben

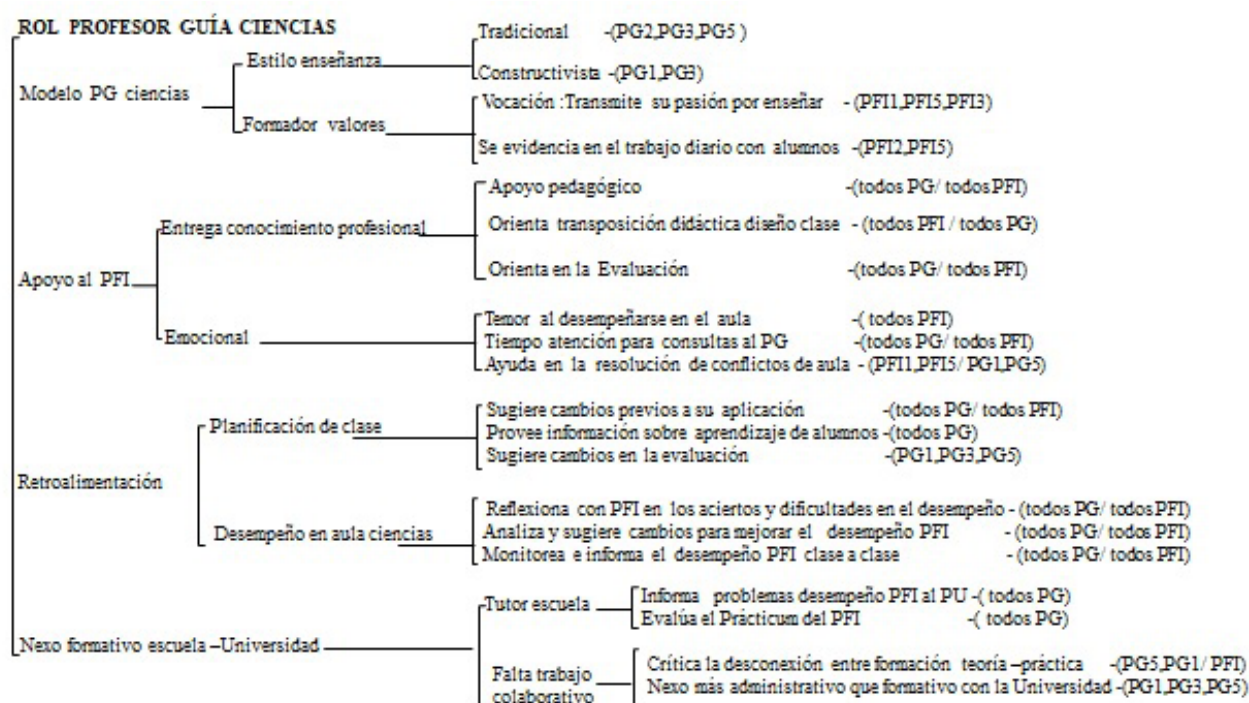


Figura 5. Red sistémica con categorías del rol del PG desde la reflexión de la triada de profesores. Fuente: Elaboración propia, 2020.

hacerse cargo de la formación del futuro profesor y con todo lo que implica en la relación profesor – alumno”, comunicar sus problemas de aula al PG y el apoyo pedagógico en el diseño de sus clases para orientarlos a contextualizar los conceptos teóricos en las actividades de aprendizaje y en sus formas de evaluación.

La PFI3 reconoce la angustia en su primera clase: iba muy nerviosa, con miedo a las preguntas que me podían hacer los alumnos del mecanismo de las hormonas, tuve que volver a estudiar ¿y si yo no las sabía y me paralizaba en la clase y olvidaba todo? Por su parte la PFI4 reflexiona cuestionándose: todos soñamos antes de venir a la práctica con un curso ideal, que nuestra planificación y los tiempos nos iban alcanzar, todos los alumnos ordenados, que el plan B nunca lo vamos a usar y nada de esto sucede en la sala (PFI4).

La PFI2 agrega: Me cuestionaba mucho... si iban entender como trabajar la metodología, que analizaran en el gimnasio al subir y bajar las escaleras

el trabajo y potencia, para no dar fórmulas y entregarles todo listo. En el trayecto profesor guía habló para apoyarme...eso me tranquilizó. (Ver la V de Gowin sobre la actividad, fig. 3).

La retroalimentación del PG. Para los PFI, la retroalimentación es fundamental antes y después de su clase para mejorar su desempeño. Los PGs concuerdan que sus PFI están preocupados por el dominio de los contenidos de ciencias y por el manejo en la disciplina del aula, por eso hay que analizar su desempeño clase a clase. El PG5 describe cómo retroalimentó al PFI5 por tener dificultades en el control de la disciplina, le señaló: lo importante del respeto por los turnos [de palabra]es que... hay que entregar instrucciones claras, llamar la atención de los alumnos nombrándolos.

La PFI4 expresa que la retroalimentación de su PG4 se focalizó en clarificar instrucciones: Me dijo que al analizar los modelos de las botellas con vegetación y sin vegetación demostré de otra forma el contenido de erosión...pero comprendí que debía guiarlos,

direccionarlos en sus actividades... (caso 5).

El aporte a la formación inicial del profesorado. Los PGs y PFI son críticos con la formación inicial del profesorado de ciencias. Todos concuerdan en que su relación es ahora administrativa y cuestionan la falta de relación de la universidad, que se limita sólo a la entrega de los informes de evaluación y sus sugerencias, no tienen impacto en su formación universitaria.

Para la PG1 "La retroalimentación sobre la práctica de los PFI debe ser continua para analizar si está siendo la más adecuada, debe haber un staff de profesores guías comprometidos en la formación colaborativa del practicante con los profesores de la universidad"

5. Conclusiones

La propuesta de cambio didáctico en la clase de ciencias en las escuelas de prácticas basada en indagación con el uso del diagrama Uve de Gowin nos permitió articular un puente formativo para dialogar y reflexionar en la tríada formada por futuros profesores de ciencias, tutores escolares y profesor universitario sobre las tensiones generadas con la innovación y caracterizar los apoyos que estos requirieron en su práctica.

Como respuesta a la primera pregunta de investigación ¿Cómo describe el profesor guía su práctica educativa referida a indagación? los resultados de este estudio muestran que los PG tienen diferentes estilos de docencia que son poco explícitos. No siempre coincide la descripción que hace el PG de su práctica y lo que se observa en ella, puesto que se da significado diferente a términos como 'método científico' e 'indagación'. Prevalece el estilo didáctico tradicional de dar clase, centrado en los conceptos formales de los textos, por sobre de la práctica constructiva, centrada en la actividad científica que el estudiante es capaz de llevar a cabo con la guía del profesor.

En la segunda pregunta del estudio ¿Existe coherencia entre la descripción de las acciones docentes del profesor guía con las observadas por el profesor

en formación inicial? Para responder a esta pregunta contrastamos la interacción del PU con los PG antes de la intervención didáctica y la observación de los PFI de la clase de sus PG. Vimos que en las escuelas que participaron en este estudio los PGs desarrollan escasas prácticas de ciencias por indagación en sus clases, privilegiando actividades de recuerdo y manipulación o seguir un procedimiento de laboratorio "tipo receta". Por tanto, es relevante la elección de los PG y del centro educativo, porque, como señala CORREA (2011) el potencial formador de la experiencia práctica está relacionado con la preparación de los docentes que asumen el seguimiento de la tutoría.

Como respuesta a la tercera pregunta ¿Cómo contribuye la reflexión en una tríada formativa a caracterizar el rol del profesor guía? constatamos que a medida que se implementaba la unidad didáctica por indagación y que se dialogaba sobre ella en la tríada, el rol del PG fue tomando más matices. Las características más destacadas del PG por los actores de la tríada son: "ser un modelo" para la docencia, hacer un aporte formativo, proporcionar retroalimentación al PFI y consolidar la vinculación formativa que le corresponde a la universidad. A través de la reflexión se constató cómo el concepto de PG que tenían los PFI, adquirió nuevos significados desde considerarlo "un especialista que se ha de copiar", para luego señalar respecto al PG "ser un modelo de enseñanza implica apoyo pedagógico y emocional", así como la importante labor de retroalimentación del proceso formativo que PG entrega. Llegados a este punto es donde el rol del PG se transforma desde ser un modelo a seguir, a ser un 'tutor' acompañante que se formula preguntas didácticas relevantes respecto a su práctica, a la implantación de innovación en el aula y que busca respuestas junto con el PU y el PFI. Creemos que esta primera etapa abrió el camino para conseguir que el PG sea un 'mentor' en una comunidad de aprendizaje, puesto que se ha podido establecer que, al implementar la unidad didáctica por indagación con implicación compartida, se ha producido interacción formativa entre PFI y PG.

6. Consideraciones finales

Dada la compleja y dinámica realidad de la enseñanza práctica es necesaria la formación de los PFI avance hacia modelos que superen la tutoría como una simple supervisión y promuevan una tutoría reflexiva (MTR) o una mentoría en comunidades de aprendizaje (MCA). En razón de ello, consideramos que la mejora en la calidad de la formación práctica en profesores de ciencias ha de estar basada en los principios de: progresividad en las prácticas (continuidad), interacción (articulación entre los actores proceso formativo) y reflexión (aprender de la experiencia) por lo que concordamos con VAILLANT (2018) en la necesidad de continuar investigando cómo se realiza el tránsito de alumno a profesor, a la luz de las experiencias de los estudiantes en un Practicum que se comprometa en la innovación didáctica de las Escuelas de prácticas.

7. Agradecimientos

Investigación financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad (con referencia PG-C2018-096581-B-C21) y realizada en el marco del grupo consolidado ACELEC reconocido por la AGAUR (con referencia 2017SGR1399).

6. Referências

- ALTAN, M. Z.; SAĞLAM, H. Student teaching from the perspectives of cooperating teachers and pupils. *Cogent Education*. v.2, n.1. 2015. doi:10.1080/2331186x.2015.1086291.
- ARGYRIS, C., y SCHON, D.A., *Apprentissage organisationnel. Théorie, méthode et pratique*. Paris: De Boeck, 2002
- ÁVALOS, B. La inserción profesional de los docentes. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*. v.13, n.1, pp.43-59, 2009.
- BEAUCHAMP, C. Reflection in teacher education: issues emerging from a review of current literature. *Reflective Practice*. v.16, n.1, pp.123-141, 2015.
- BENDER, C., YAFFE, K.; SECHREST, L. What is a mentor? *Council on Undergraduate Research Quarterly*. v.3, pp.34–39, 2012.
- BECK, C.; KOSNIK, C. Associate teachers in pre-service education: Clarifying and enhancing their role. *Journal of education for teaching*.v.26, n.3, pp.207-224, 2000.
- BLISS, J.; MONK, M.; OGBORN, J. *Qualitative data analysis for educational research: A guide to uses of systemic networks*. Routledge Kegan & Paul, 1983.
- BULLOUGH, R. V. ; DRAPER, R. J.. Making Sense of a Failed Triad: Mentors, University Supervisors, and Positioning Theory. *Journal of Teacher Education*. v. 55, n.5, pp.407–420, 2004.
- BULLOUGH JR, R. V. Being and becoming a mentor: School-based teacher educators and teacher educator identity. *Teaching and teacher education*. v.21, n.2, pp.143-155, 2005.
- CASPERSEN, J.; RAAEN, F. D. Novice teachers and how they cope. *Teachers and Teaching*. v. 20, n.2, pp.189–211. 2013. doi:10.1080/13540602.2013.848570
- CISTERNAS, T. La investigación sobre formación docente en Chile: Territorios explorados e inexplorados. *Calidad en la educación*. n.35, pp.131-164. 2011.
- CLARKE, A.; TRIGGS, V.; NIELSEN, W. Cooperating teacher participation in teacher education: A review of the literature. *Review of educational research*. v.84, n.2, pp.163-202, 2014.
- COCHRAN-SMITH, M. The new teacher education: For better or for worse? *Educational Researcher*. v.34, n.7, pp. 3-17, 2005.
- DE CÁSSIA ZANETI, J; MOURO, B; RODRIGUES, R. El aprendizaje de la docencia, a partir de la construcción y desarrollo de una secuencia didáctica en ciencias, como práctica docente. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje De Las Ciencias*.Bogotá, Colombia.v.5, n.2, pp.43-54. 2010 <https://doi.org/10.14483/23464712.5214>.
- COFRÉ, H.; VERGARA, C. La formación de profesores deficiencia en Chile: desarrollo, estado actual y futuros desafíos. *Cómo mejorar la enseñanza*

- de las ciencias en Chile, pp.257-278. 2010.
- CORREA MOLINA, E. La práctica docente: una oportunidad de desarrollo profesional. *Perspectiva Educacional*. v.50, n.2, pp.77-95, 2011.
- COUSO, D.; PINTÓ, R. Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*. v. 27, n.1, pp.005-18, 2009.
- FEIMAN-NEMSER, S. Helping novices learn to teach: Lessons from an exemplary support teacher. *Journal of teacher education*. v. 52, n.1, pp.17-30, 2001.
- FERNÁNDEZ, M., et al. Prácticas educativas constructivistas en clases de ciencias. Propuesta de un instrumento de análisis. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. v.8, n.1, pp.26-44, 2010.
- FLICK, U. La gestión de la calidad en investigación cualitativa. Madrid, España: Morata, 2014.
- FORZANI, F. M. Understanding “core practices” and “practice-based” teacher education: Learning from the past. *Journal of teacher education*, v.65, n.4, pp.357-368, 2014.
- GONZÁLEZ-WEIL, C., et al. La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM (Región de Valparaíso). *Estudios Pedagógicos*, Valdivia, v.38, n.2, pp.85-102, 2012.
- GRUDNOFF, L.; TUCK, B. Learning about Teaching, Learning While Teaching, and Becoming a Teacher. *English Teaching*. v.2, n.1, pp.33–42, 2003.
- GUERRA ZAMORA, P. Revisión de experiencia de reflexión en la formación inicial de docentes. *Estudios Pedagógicos*. Valdivia. v.35, n.2, pp.243-260, 2009.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y Diseño de las Prácticas Escolares de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*. v.17, n.1, pp.45 – 59, 1999.
- KORTHAGEN, F. A. In Search of the Essence of a Good Teacher: Towards a More Holistic Approach in Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*. v. 20, n.1, pp.77–97, 2004.
- KORTHAGEN, F. A. How teacher education can make a difference. *Journal of education for teaching*.v.36, n.4, pp.407-423, 2010.
- LANGDON, F.J. Evidence of Mentor Learning and Development: An Analysis of New Zealand Mentor/Mentee Professional Conversations. *Professional Development in Education*. v. 40.n.1, pp.36–55. 2014.
- LE CORNU, R., Y EWING, R. Reconceptualising professional experiences in pre-service teacher education reconstructing the past to embrace the future. *Teaching and Teacher Education*.v.24, n.7, pp.1799-1812. 2008.
- LOHMANDER, M.K. Bridging ‘the gap’ linking workplace-based and university-based learning in preschool teacher education in Sweden. *Early Years* v.35, n.2, pp.1-16. 2015.doi: 10.1080/09575146.2015.1025712.
- MARTÍNEZ-FIGUEIRA, E.; RAPOSO-RIVAS, M. Funciones generales de la tutoría en el practicum: entre la realidad y el deseo en el desempeño de la acción tutorial. *Revista de Educación*, v.354. pp.155-181, 2011.
- MÉNDEZ, L. El conocimiento situado y los sistemas de actividad. Un modelo teórico para repensar el prácticum. *Revista de Educación*, v.359, pp. 629-642, 2012.
- MINEDUC. Ley N° 20.903. Crea el Sistema de Desarrollo Profesional Docente y Modifica otras Normas. Santiago: Gobierno de Chile, 2016.
- MONTECINOS, C. Análisis crítico de las medidas de presión propuestas para mejorar la formación inicial de docentes en Chile por el panel de expertos para una educación de calidad. *Estudios pedagógicos*, Valdivia, v.40, n. Especial, pp.285-30, 2014.
- MONTECINOS, C.; WALKER, H.; CORTEZ, M. Sugereencias de Docentes Directivos para Mejorar la Formación Práctica en las Carreras de Pedagogía: Transitando de Acciones Fragmentadas a una Participación Legítima en los Colegios. *Estudios Pedagógicos*, v.41, n.2, pp.157-176, 2015.
- MORANTES, Z.; ARRIETA, X.; NAVA, M. La V de Gowin como mediadora en el desarrollo de la

- formación investigativa. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, v.8, n.2, pp12-33. 2013
- OECD. *Building a high-quality teaching profession, lessons from around the world*. París, Francia: OECD Publishing, 2011.
- ORLAND-BARAK, L.; HASIN, R. Exemplary mentors' perspectives towards mentoring across mentoring contexts: Lessons from collective case studies. *Teaching and Teacher Education*. v.26.n.3, pp.427-437, 2010.
- ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. *Investigaciones sobre formación práctica en Chile: tensiones y desafíos*. Santiago de Chile: OEI, 2015.
- PERRENOUD, P. *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó, 2004.
- PERRENOUD, P. La formación del profesorado: un compromiso entre visiones inconciliables de la coherencia. *Revista interuniversitaria de Formación del Profesorado*.v.24, n.2, pp.103-122, 2010.
- POGRÉ, P. El desafío de formar profesores para la escuela media. Una propuesta multidisciplinar, en R. Cuenca; N. Nucinkis y V. Zavala (coords.). *Nuevos maestros para América Latina*, Madrid: Morata, 2007. pp. 37-54.
- REID, D. J.; HODSON, D. *Ciencia para todos en Secundaria*. v.1. Narcea Ediciones, 1993.
- ROMERO, M.; MATURANA, D. La supervisión de prácticas pedagógicas. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, v.4.n.9, pp.653-667, 2012.
- RUIZ OLABUÉNAGA, J. I. *El diseño cualitativo. Metodología de la investigación cualitativa*. p. 64, Bilbao: Universidad de Deusto, España. 1996.
- SÁNCHEZ, I; HERRERA, E. Aprendizaje significativo y desarrollo de competencias científicas en física a través de la Uve Gowin. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, v.14.n.2, pp17-28, 2019.
- SCHLEICHER, A. *Building a High-Quality Teaching Profession. Lessons from around the world*. OECD Publishing, 2011.
- SCHÖN, D. A. *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en los profesionales*. Paidós Ibérica, Barcelona: España. 1992.
- SANTOS, M.; FREITAS, D. *A construção de saberes docentes por licenciandos e sua influencia na identificação inicial com a profissão*. São Carlos. 2009.
- STAKE, R. E. *Investigación con estudio de casos*.: Ediciones Morata, Madrid: España. 1998.
- ULVIK, M.; SMITH, K. What characterises a good practicum in teacher education? *Education Inquiry*. v. 2, n.3, pp.517-536, 2011.
- VAILLANT, D. Vaillant, D. Formación inicial del profesorado en américa latina: dilemas centrales y perspectivas. *Revista Española de Educación Comparada*, v.22, pp.185-206, 2013.
- WANG, J.; ODELL, S. J. Mentored learning to teach according to standards-based reform: A critical review. *Review of educational research*, v.72, n.3, pp.481-546, 2002.
- WISE, K. C. Strategies for teaching science: What works? *The Clearing House*. v.69.n.6, pp.337-338, 1996.
- ZABALZA BERAZA, M. Á. Evaluación de los planes de formación docente de las universidades. *Educar*. v.47, n.1, pp.0181-197, 2011.
- ZEICHNER, K. Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*. 61, n.1-2, pp.89-99, 2010.
- ZEICHNER, K. The turn once again toward practice-based teacher education. *Journal of teacher education*. v.63, n.5, pp.376-382, 2012.





MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTOS POTENCIALMENTE FACILITADORES DE APRENDIZAGEM SOBRE SISTEMAS SANGUÍNEOS

CONCEPTUAL MAPS AS POTENTIALLY FACILITATING INSTRUMENTS OF LEARNING ABOUT BLOOD SYSTEMS

MAPAS CONCEPTUALES COMO INSTRUMENTOS POTENCIALMENTE FACILITADORES DE APRENDIZAJE SOBRE LOS SISTEMAS SANGUÍNEOS

Glaucia Rosely Barbosa Marin* y Airton José Vinholi Júnior**

Cómo citar este artículo: Marin, G. R. B.; Vinholi Jr, A. J. (2021). Mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores de aprendizagem sobre sistemas sanguíneos. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 364-381. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16055>

Resumo

O presente artigo traz um recorte da dissertação de mestrado que objetivou analisar as contribuições da construção de uma sequência didática com ênfase na produção de jogos digitais para a aprendizagem de conceitos de Genética, subunidade de sistemas sanguíneos. O estudo foi realizado com a participação de estudantes do 3º ano do ensino técnico integrado ao ensino médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de Campo Grande-MS, Brasil, com o planejamento de três momentos diferenciados. Os procedimentos metodológicos compreenderam seis etapas distintas e interdependentes, sendo selecionada para este artigo, especificamente, a etapa da elaboração de mapas conceituais construídos antes e após o período de intervenção, com o objetivo de verificar, a partir da análise dos constructos, a evolução conceitual na aprendizagem discente. As representações gráficas demonstraram uma visão integrada dos conteúdos apresentados, segundo a compreensão cognitiva do construtor. Assim, após análise qualitativa e comparativa dos constructos anterior e posterior à intervenção, sob os critérios estabelecidos para este trabalho, foi possível verificar maior habilidade na organização hierárquica presente nos mapas conceituais finais, avaliar o nível significativo de assimilação dos conteúdos e a efetiva evolução conceitual sobre os sistemas sanguíneos

Palavras Chave: Representação Mental. Experimentação. Genética.

Abstract

This article presents an excerpt from the master's thesis that aimed to analyze the contributions of a didactic sequence constructed with an emphasis on the production of

Recibido: 19 de marzo de 2020; aprobado: 09 de septiembre de 2020

* Mestranda em Educação Profissional e Tecnológica. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) / IFMS – Campus Campo Grande, Brasil. E-mail: glauciamarin@gmail.com: – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7044-5369>

** Doutor em Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) / IFMS – Campus Campo Grande, Brasil. Professor do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Campo Grande. E-mail: vinholi22@yahoo.com.br: - ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0024-0528>

digital games for the learning of Genetics concepts, in the subitem blood systems. The study was carried out with the participation of students from the 3rd year of technical education level, integrated to high school, in a public school in the public education network of Campo Grande-MS, Brazil, planning three different moments. Methodological procedures comprised six distinct and interdependent stages, specifically selected for this article, the stage of elaboration of conceptual maps built before and after the intervention period, to verify, from the analysis of the constructs, the conceptual evolution in student learning. The graphic representations showed an integrated view of the content presented, according to the builder's cognitive understanding. Thus, after a qualitative and comparative analysis of the constructs before and after the intervention, under the criteria established, it was possible to verify greater ability in the hierarchical organization present in the final conceptual maps, to evaluate the significant level of assimilation of the contents and the effective conceptual evolution on blood systems.

Keywords: Mental representation. Experimentation. Genetics.

Resumen

Este artículo presenta un extracto de la tesis de maestría que tenía como objetivo analizar las contribuciones de la construcción de una secuencia didáctica con énfasis en la producción de juegos digitales para el aprendizaje de conceptos de genética, en el subtema de sistema sanguíneo. El estudio se llevó a cabo con la participación de estudiantes del tercer año de educación técnica, integrada a la escuela secundaria, en una escuela pública en la red pública de Campo Grande-MS, Brasil, con la planificación de tres momentos diferentes. Los procedimientos metodológicos comprendieron seis etapas distintas e interdependientes, para esta investigación se estudió la etapa de elaboración de mapas conceptuales construidos antes y después del período de intervención, con el fin de verificar, a partir del análisis de los constructos, la evolución conceptual en el aprendizaje de los estudiantes. Las representaciones gráficas mostraron una vista integrada del contenido presentado, de acuerdo con la comprensión cognitiva del aprendiz. Así, luego de un análisis cualitativo y comparativo de los constructos antes y después de la intervención, bajo los criterios establecidos para este trabajo, fue posible verificar una mayor capacidad en la organización jerárquica presente en los mapas conceptuales finales, lo cual da cuenta del nivel significativo de asimilación de los contenidos y la evolución conceptual efectiva de los contenidos del sistema sanguíneo.

Palabras clave: Representación mental. Experimentación. Genética.

1. Introdução

A educação é uma das fontes mais importantes para promover o saber e a cidadania, bem como por ser capaz de possibilitar condição ao indivíduo de

compreender o contexto em que está inserido e o seu papel na sociedade. Dessa forma, a figura do professor é indispensável em sala de aula, pois é por meio dele que a aprendizagem pode ser facilitada no ambiente escolar.

A excelência do processo de ensino-aprendizagem consiste, também, na responsabilidade que o professor possui em auxiliar o aluno na elaboração do seu próprio conhecimento. Para tanto, o diálogo é imprescindível, o que torna a participação do aluno ativa e a motivação com que esse processo é permeado resulta em uma construção de relações de proximidade e empatia entre professor-aluno. Dentre os vários aspectos referentes à ação do professor, um dos mais importantes refere-se à ênfase atribuída ao ensino e aprendizagem, portanto os conceitos nesse processo encontram-se indissociavelmente ligados (GIL, 1997).

Assim sendo, os sistemas sanguíneos, subunidade de destaque dentro dos estudos da Genética, compreendem várias dimensões presentes no cotidiano discente que favorecem avanços dos conhecimentos empíricos aos científicos. Para FARIAS et al. (2015), o Sistema ABO apresenta conteúdos que se inter-relacionam, como o sistema imune e os tecidos sanguíneos e que, por meio de problematizações, pode abarcar diversos saberes.

No entanto, SILVA (2014) e LEITE (2004) afirmam que o livro didático é a principal ferramenta pedagógica utilizada na abordagem do ensino de Genética, mas por se configurar em um aparato conteudista, distancia o aluno das possibilidades de vincular adequadamente os conceitos com suas experiências. VIEIRA (2013) também observa que os docentes têm desenvolvido o ensino desse conteúdo baseado, massivamente, em conceitos existentes nos livros didáticos. O autor questiona essa prática como prioritária no contexto do ensino de Genética, visto que, comumente, os livros didáticos abordam temáticas resumidas e simplificadas, tornam as informações incompletas, e assim, pouco contribuem para a aquisição significativa de conhecimentos pelos estudantes na referida área.

SOUSA (2010) complementa que a complexidade do assunto sobre a origem e transmissão do sistema de tipagem sanguínea ABO se distancia dos conhecimentos científicos. Com efeito, BARNI (2010) alerta para os conhecimentos deficitários construídos ao longo dessa etapa.

Dessa forma, a multiplicidade de conceitos que envolvem os sistemas sanguíneos resulta em um ensino meramente convencional, fundamentado no método tradicional e centrado em teorias e conteúdos, o que gera uma aprendizagem mecânica e comumente dissociada do conhecimento prático. O corpo discente, por sua vez, torna-se desinteressado e desmotivado a aprender.

NASCIMENTO JÚNIOR, NASCIMENTO (2018) afirmam que a utilização de métodos que permitam a participação ativa dos estudantes pode ser uma alternativa viável para garantir a motivação e o interesse, bem como potencializar a assimilação dos conteúdos. Nessa perspectiva, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel, traz uma contribuição substancial na transformação da responsabilidade docente, que ao assumir um perfil construtivista, reconhece que o conhecimento é um processo em construção, e no instante que o discente percebe a real necessidade da aprendizagem, envolve-se ativamente no processo, assumindo uma postura autônoma e se torna também corresponsável por sua própria aprendizagem.

Nesse aspecto, NEGRI, SILVA (2014) incentivam a utilização de mapas de conceitos e relatam sua eficácia para o processo de desenvolvimento cognitivo dos estudantes ao considerá-los como uma ferramenta que facilita a compreensão do conteúdo, identifica as principais dificuldades dos discentes, aumenta o interesse e ajuda a entender o processo de forma clara e organizada.

Sendo assim, o objetivo do presente artigo consiste na proposta de elaboração de mapas conceituais, tendo como base a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), como uma importante estratégia pedagógica que pode potencializar a aprendizagem dos conceitos de sistemas sanguíneos, tornando as aulas mais interessantes, motivadoras e produtivas, de forma a propiciar ao aluno maior capacidade de relacionar o conteúdo com o seu dia a dia.

Reitera-se que, a utilização de mapas conceituais para esse retrato temático dissertado pode contribuir para elevar o nível de assimilação dos discentes. Sob esse entendimento, a construção de mapas

conceituais aplicados antes e posterior ao processo de intervenção constitui-se em uma importante ferramenta para a verificação de indicadores de aprendizagem.

2. Aspectos gerais: breve fundamentação teórica

A teoria do mapeamento conceitual foi desenvolvida no período de 1970 por Joseph Novak com o propósito de compreender os conceitos científicos internalizados pelas crianças. Embora não seja mencionada nos estudos de Ausubel, sua concepção está fundamentada nos pressupostos de Teoria da Aprendizagem Significativa (NOVAK, CAÑAS, 2010).

Os autores supracitados, ao descreverem a organização estrutural dos mapas conceituais, afirmam que os mesmos estão constituídos por conceitos distribuídos hierarquicamente, em que elementos mais gerais e inclusivos apresentam-se na extremidade do mapa e os elementos mais específicos permanecem em sua base. A relação estabelecida entre os conceitos está especificada por palavras ou frases de ligação sobre linhas que demarcam essa associação. Exemplos ou objetos também podem compor um mapa conceitual para atribuir um significado específico ao conceito.

A construção da estrutura dos mapas conceituais (MC's) reflete a teoria de David Ausubel e explicita os

princípios da diferenciação progressiva, ao demonstrar a mesma tendência de organização hierárquica da estrutura cognitiva, assim como a reconciliação integrativa, a partir das relações entre os conceitos e proposições e o enfoque em suas principais diferenças e similaridades. Neste sentido, para CICUTO, COREIA (2013), esses dois princípios podem ser identificados, conforme os modelos apresentados na Figura 1.

Essas formações bem peculiares presentes em MC's, como as relações existentes entre conceitos de diferentes segmentos sinalizados pelos cross links ou ligações cruzadas, permitem demonstrar um alto nível de desempenho na elaboração dessas ferramentas gráficas e traz a possibilidade de comparar as similaridades entre conceitos de domínio diferentes (NOVAK, CAÑAS, 2010).

A estrutura que compõe o mapa conceitual possibilita uma variedade de atribuições pertinentes para sua utilização e que favorecem o processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, essa ferramenta gráfica possui um alto potencial para facilitar a aprendizagem significativa e a relevância enquanto instrumento pedagógico fundamenta-se na teoria construtivista. Nessa perspectiva, o processo está centrado no aluno, que participa ativamente na construção do próprio conhecimento frente à oportunidade de compartilhar e consolidar seus saberes

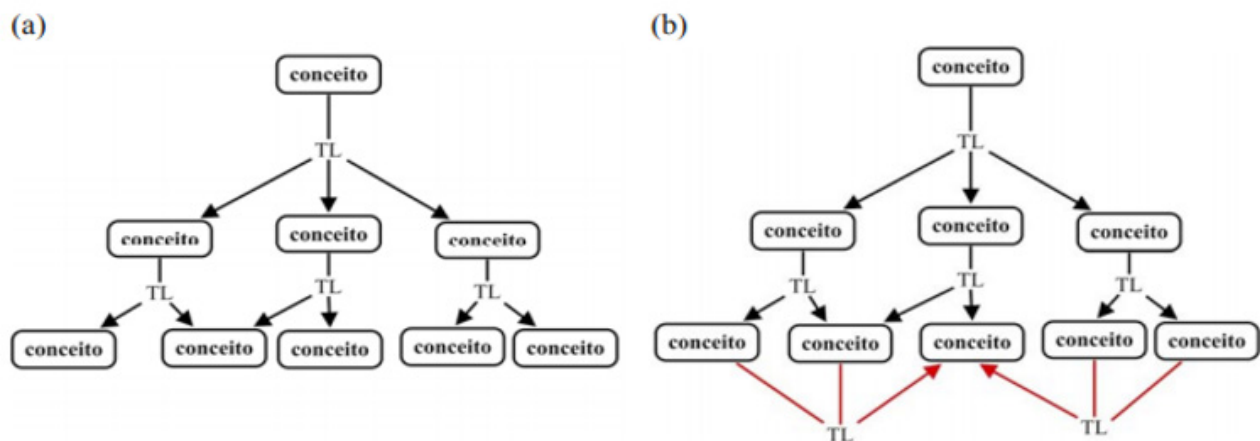


Figura 1. (a) Estrutura de mapas conceituais com diferenciação progressiva e (b) mapa conceitual com diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Legenda: linhas pretas - proposições com diferenciação progressiva; linhas vermelhas - proposições com reconciliações integrativas; TL - termo de ligação. Fonte: CICUTO, COREIA (2013, p. 4).

a partir das experiências em sala.

A aprendizagem significativa ocorre à medida que o aprendiz é “transportado” a uma “esfera de agente do conhecimento”, sendo esse processo resultado da habilidade do aprendiz em estabelecer conexões do tema abordado em sala de aula com os conhecimentos relevantes que já possui. Esse contexto de aprendizagem é favorecido por meio de MC's, que permitem um ensino personalizado, individual e com atribuições de significados únicos para cada educando (SOUZA, 2017; OLEINIK, 2019).

MOREIRA (2012) afirma que o estudante, ao elaborar um mapa de conceitos, expressa suas próprias percepções e isso torna essa ferramenta didática extremamente pessoal. Nesse aspecto, o mesmo conteúdo abordado em sala de aula pode apresentar-se em mapas construídos de diferentes maneiras. Tendo em vista essas informações, é importante que o professor compreenda que não existe um mapa correto ou errado, contudo o que deve ser analisado precisamente são as evidências expressas por meio dos conceitos e as relações demonstradas entre eles. Não obstante, o sucesso na utilização de mapas conceituais para o alcance da aprendizagem significativa depende do pleno conhecimento da técnica formulada pelas suas fundamentações teóricas para que esse recurso não se restrinja a promover uma mera aprendizagem automática (MENDONÇA, MOREIRA, 2012). KINCHIN, HAY, ADAMS (2000) complementam que para o mapeamento conceitual ser satisfatório na promoção do aprendizado significativo é importante que o professor possua um olhar atencioso sobre os modelos apresentados, pois os mesmos demonstram as dificuldades dos estudantes, o que torna a aplicabilidade da técnica eficaz nas aulas.

MOREIRA (2011) relata que a teoria humanista de Novak compreende no processo educativo uma experiência afetiva e relaciona os sentimentos positivos adquiridos a partir da assimilação dos conteúdos no percurso educacional com um dos requisitos para a aprendizagem significativa, a predisposição do aluno em aprender, conforme a proposta de Ausubel. Sendo assim, PALMERO et al. (2008) acentuam

que o simples manuseio de instrumentos facilitadores, como a elaboração de mapas conceituais, não promove a aprendizagem significativa, mas pode, contudo, facilitar ou melhorar o processo de transformação pessoal e idiossincrático do significado lógico em significado psicológico.

Assim, ao considerar a constante reorganização da estrutura cognitiva, constata-se que os mapas conceituais também não são produtos acabados ou autoexplicativos, apenas apontam os conteúdos trabalhados naquele período de tempo e merecem a elucidação do construtor. Porém, a cada nova assimilação é possível reelaborar o mapa conceitual, inserindo os novos conceitos internalizados (PALMERO et al, 2008; MOREIRA, 2012).

Para ZÔMPERO et al. (2014), a exposição dos conhecimentos prévios possibilita que os estudantes reflitam e tomem consciência do que pensam sobre o problema proposto. Dependendo na natureza deste, a atividade pode ser desenvolvida de modo prático ou através de pesquisas em fontes bibliográficas. Assim, a utilização de MC's em situações de ensino é feita habitualmente com o propósito de propiciar a externalização dos conhecimentos prévios dos estudantes e possibilitar, dessa forma, o levantamento de um diagnóstico conceitual antes da introdução do conteúdo. Essa identificação permite elaborar uma sequência adequada do tema a partir da diferenciação progressiva dos conteúdos e, posteriormente, a aplicação de um novo mapa para constatar a ocorrência da aprendizagem significativa. Moreira salienta que os MC's são instrumentos eficientes para a aprendizagem de conceitos e afirma que:

São recursos flexíveis, dinâmicos, utilizáveis em qualquer sala de aula (ou laboratório), cuja maior vantagem pode estar exatamente no fato de enfatizarem o ensino e a aprendizagem de conceitos, algo que muitas vezes fica perdido em meio a uma grande quantidade de informações e fórmulas. Sem concepções claras, precisas, diferenciadas, as informações e fórmulas não têm significado algum. Mesmo as experiências de laboratório que carecem de fundamentação conceitual não passam de simples manipulação de objetos

(MOREIRA, 1986, p. 25).

Assim, dentre a ampla diversidade no uso dos MC's como instrumentos didáticos, a organização conceitual de uma única aula, uma unidade de estudo ou toda a matéria representada por essas ferramentas podem ser eficazes para a melhor compreensão do que está sendo ensinado no intuito de convertê-los em conteúdos significativos para o aluno. Diante disso, destaca-se que a aprendizagem de conceitos pode ser enriquecida por meio das relações de subordinação e superordenação evidenciadas no MC (MOREIRA, 2006).

MORAES (2005) afirma que os MC's atuam como subsídio nas tarefas docentes e elenca algumas atribuições fundamentais por meio da sua utilização: no ensino de um novo tópico, tornando perceptíveis as principais ideias e as relações existentes entre elas; para intensificar a compreensão, tendo em vista que a exposição de ideias demonstrada no MC reforça os conceitos aprendidos e maximiza a aprendizagem; como instrumento de avaliação da aprendizagem, sendo possível a verificação de conceitos não assimilados ou mal compreendidos; na detecção de possíveis anormalidades cognitivas e psicológicas dos alunos e, por fim, como recursos de aprendizagem, para a formação de hábitos de estudo do aluno.

MOREIRA (2012) afirma que na medida em que os alunos utilizam MC's com frequência para organizar seus estudos e verificar a compreensão dos conceitos abordados na aula, eles se tornam um importante recurso de aprendizagem e salienta que a técnica, ao buscar representar os conhecimentos já adquiridos pelos alunos, se distancia efetivamente do método tradicional. Nessa concepção, OLEINIK (2019) complementa que os mapas conceituais como recursos de aprendizagem são eficientes para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos.

Cabe reiterar que em todas essas situações, os MC's são ferramentas em potencial para compartilhamento de seus significados. Neste sentido, NOVAK (2011) reconhece a importância do professor na sala de aula na figura também de aprendiz e que "negocia conceitos" com seus alunos, uma

relação complexa e fundamental para o processo de aprendizagem.

Assim, PEÑA *et al.* (2005) preconizam que valor educativo com o qual contribui o compartilhar significados é alto, porque esse processo desenvolve a capacidade participativa dos estudantes no campo de seus próprios conhecimentos e obriga-os a envolverem-se de maneira ativa em sua própria aprendizagem. Neste sentido, VINHOLI JUNIOR (2015) salienta que a negociação de significados é o processo e o compartilhamento é o objetivo de tal processo.

3. Metodologia de Investigação

No que tange aos aspectos éticos, o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Católica Dom Bosco (CEP-UCDB), protocolado sob número 041379/2019 / CAAE: 12061419.0.0000.5162, conforme exigência para a autorização da realização de pesquisas com seres humanos e somente após sua aprovação os procedimentos foram iniciados.

Os estudantes concordaram voluntariamente em participar do estudo e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE e devido a minoridade de doze alunos participantes foi necessária a anuência do responsável por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. A pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do Curso Técnico em Programação de Jogos Digitais - Eixo Tecnológico: Informação e Comunicação - Educação Profissional Técnica de nível médio de Campo Grande, MS. O universo da pesquisa compreendeu 19 estudantes com faixa etária entre 16 e 18 anos. As reuniões aconteceram no decorrer dos meses de maio a setembro de 2019, totalizando, entre a disciplina da base nacional comum e as disciplinas específicas, 40 aulas. Para tanto, foi elaborada uma sequência didática executada em três momentos distintos: o *primeiro momento*, trabalhado em quatro encontros com duas aulas cada, compreendeu a utilização dos organizadores prévios por meio de vídeo, aula de laboratório e aula expositiva e

dialógica e aplicação de mapas conceituais iniciais; *o segundo momento*, realizado em dez encontros com três aulas cada, correspondeu à elaboração e construção dos jogos digitais pelos estudantes, considerada a intervenção propriamente dita da pesquisa; e *o terceiro momento*, com um único encontro (duas aulas), visou a elaboração de mapas conceituais finais.

Conforme proposta de Ausubel (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980), o critério estabelecido para as aulas foi a sequência de ações de acordo com a estrutura hierárquica conceitual do conteúdo de sistemas sanguíneos, relacionando-os de forma não arbitrária e substantiva aos subsunçores dos estudantes. Dessa forma, ao fazer uso da diferenciação progressiva, iniciou-se pelo tema sangue por apresentar os elementos mais gerais e mais inclusivos do conteúdo de interesse e, progressivamente, esses conceitos foram diferenciados em termos de especificidades e minúcias por meio da sequência dos conhecimentos de células sanguíneas, proteínas presentes na membrana das hemácias e no plasma e genótipos.

Reitera-se que a ênfase desse artigo consiste nas atividades de elaboração dos mapas conceituais pelos partícipes, cujo propósito consiste em analisar a ocorrência de alguma modificação conceitual. Assim, buscou-se qualificar a evolução na compreensão dos conceitos adquiridos da disciplina trabalhada no período entre a aplicação dos mapas conceituais iniciais (primeiro momento) e os mapas conceituais finais aplicados no último encontro da sequência didática (terceiro momento).

A opção do mapeamento conceitual como instrumento para a coleta de informações decorre da possibilidade de investigar os conhecimentos mais significativos dos estudantes acerca dos conceitos e das relações sobre o tema sugerido. Para MOREIRA (2012, p. 5), trata-se de um importante recurso pedagógico capaz de proporcionar ao docente uma “visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento”.

Nessa perspectiva, a construção do MC foi introduzida no início do estudo dos conteúdos acerca

dos sistemas sanguíneos - ABO, Rh e MN. Habitualmente, esse recurso é utilizado como alicerce para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, entretanto, tendo em vista a especificidade do conteúdo abordado, MOREIRA (2012) aconselha sua aplicação no momento em que o aluno adquire uma certa familiaridade com o assunto, para que os princípios que regem sua construção possam ser utilizados. Sendo assim, a proposição de MC's ainda sem a ministração dos conteúdos não tornaria possível a sua elaboração. Dessa forma, a análise do instrumento possibilitou não necessariamente avaliar os conhecimentos prévios, mas a compreensão dos estudantes acerca dos temas abordados.

Todavia, é importante mencionar que houve a investigação dos conhecimentos prévios dos educandos por meio de um questionário diagnóstico inicial aplicado antes do início das atividades de pesquisa, conforme proposta teórica de David Ausubel. Esse procedimento inicial é de extrema importância, pois a estrutura das aulas planejadas deve ser constituída por conteúdos que apresentem significado lógico para os estudantes.

Ao iniciar a atividade com os mapas conceituais, a pesquisadora explicou que podem ser importantes ferramentas para a organização dos estudos e a sua correta construção pode evidenciar a compreensão dos conteúdos. Dessa forma, os estudantes foram orientados pelo modelo da diferenciação progressiva, em que os conceitos mais inclusivos devem aparecer na extremidade, e os níveis mais específicos devem estar localizados na base do diagrama, constituindo uma organização hierárquica conceitual; e pela reconciliação integrativa, mediante as informações correlacionadas entre ideias, conceitos e proposições já estabelecidos na estrutura cognitiva do estudante.

Assim, como forma de se familiarizarem com a técnica, os estudantes construíram, a pedido da professora pesquisadora, mapas conceituais com temas de suas preferências, que foram denominados *Mapa Conceitual Amostral*. Embora assuntos relacionados à mitologia, esportes, música e conteúdos específicos da Biologia como a água e o *Aedes aegypti*

tenham sido contemplados, os jogos eletrônicos foram o enfoque do grupo.

No decorrer da atividade foi possível perceber que os estudantes não apresentavam muitas dúvidas e demonstraram agilidade na construção dos mapas conceituais, assim, acredita-se que a familiaridade do assunto abordado e a habilidade na construção de organogramas, mesmo que estes sejam instrumentos com propósitos e estruturas diferentes dos mapas conceituais, podem ter corroborado na realização dessa atividade.

Em seguida, foi iniciada a elaboração de mapas conceituais denominados *Iniciais*, com o tema específico sobre sistemas sanguíneos e ao término do período de intervenção foram elaborados, pelos partícipes, mapas conceituais *Finais*.

Resultados e Discussões

Os mapas construídos pelos participantes foram analisados qualitativamente e o agrupamento dos dados foi fundamentado por meio dos pressupostos adaptados de MENDONÇA (2012). Para as análises iniciais dos MC's, a hierarquia conceitual, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa foram avaliadas segundo a classificação da autora: Alta (A), Média (M), Baixa (B) e Nula (N). Seguindo as etapas da verificação, MENDONÇA (2012) categoriza os mapas conceituais quanto à sua qualidade e os classifica em Mapa Bom (MB), Mapa Regular (MR) ou Mapa Insuficiente (MI).

Para essa classificação, é necessário considerar os critérios para a análise especificados pela autora como: Hierarquia Conceitual (HC), Total de Conceitos (TC), Conceitos Válidos (CV), Total de Proposições (TP), Proposições Válidas (PV), Relações Cruzadas (RC), quantidade de Exemplos (EX), Diferenciação Progressiva (DP) e Reconciliação Integrativa (RI).

De posse dos resultados dos MC's iniciais analisados, verificou-se que um quantitativo de onze estudantes mencionou os conceitos sangue e seus componentes (hemácias, plaquetas e glóbulos brancos), mas em sete destes casos, a falta das palavras de ligações acarretou em associações desconexas entre esses conceitos e o tema central sistemas sanguíneos.

Cabe destacar que dois destes mapas foram compostos apenas pelas células sanguíneas e, portanto, não houve menção de nenhum dos sistemas sanguíneos trabalhados, retratando a carência de conteúdo aplicado na construção dessas ferramentas.

Outro fator de relevância a ser relatado consiste em algumas ideias expressas de forma muito extensa e fora das caixas, a ausência ou poucas palavras ou frases de ligações e o número de conceitos muito reduzidos em grande proporção dos constructos. Em decorrência disso, a estrutura hierárquica desses conceitos e ideias ficou comprometida e com escassa possibilidade para estabelecer ligação entre os assuntos de cada sistema sanguíneo, representados principalmente pelos domínios ABO e Rh, tendo em vista que nenhuma obra abordou o sistema MN.

Assim sendo, o sistema sanguíneo mais utilizado foi o sistema ABO e o sistema Rh foi inserido em oito trabalhos, eventualmente destacado como um domínio ou apenas com a presença de alguns conceitos relacionados ao seu fenótipo e/ou genótipo. No entanto, em alguns MC's, determinados conceitos do sistema Rh estavam inseridos no domínio do sistema ABO, sem demonstrar de forma clara as relações entre as ideias estabelecidas.

Nesse sentido, foi possível constatar que, de acordo com os critérios estabelecidos e avaliados, os MC's iniciais foram classificados, em sua totalidade, quanto à qualidade em Mapas Insuficientes. Dessa forma, com o propósito de verificar a evolução conceitual ocorrida no decorrer do processo, os MC's elaborados pelos sujeitos participantes da pesquisa com o tema sistemas sanguíneos foram analisados por meio da comparação entre a construção inicial e final.

Prosseguindo a apreciação, os dados pertinentes aos MC's propostos ao término das atividades de intervenção permitem declarar um notório progresso na assimilação dos conteúdos ministrados. KINCHIN, HAY, ADAMS (2000) declaram que os mapas conceituais constituem uma ferramenta metacognitiva útil, pois é possível perceber a interação existente entre o conteúdo apresentado com a estrutura cognitiva existente dos alunos. Constatou-se, portanto, que os constructos demonstram um aumento significativo

Quadro 1: Comparativo da Qualidade dos MC's Iniciais e MC's Finais, de acordo com Mendonça (2012).

Alunos	MC's	Critérios									QM
		HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
P1	Inicial	B	14	14	13	09	-	-	B	B	MI
	Final	A	31	25	35	34	-	-	A	B	MB
P2	Inicial	B	13	13	12	12	-	-	B	B	MI
	Final	M	23	23	20	17	-	-	M	B	MR
P3	Inicial	B	25	21	26	18	-	-	B	B	MI
	Final	B	27	27	30	30	-	-	B	B	MB
P4	Inicial	B	10	9	12	11	-	-	B	B	MI
	Final	B	10	10	11	11	-	-	B	B	MI
P5	Inicial	B	17	9	12	2	-	-	B	B	MI
	Final	B	33	33	20	16	-	-	B	B	MR
P6	Inicial	N	7	6	6	5	-	-	N	N	MI
	Final	B	16	16	15	15	-	-	B	B	MR
P7	Inicial	B	9	9	8	5	-	-	B	B	MI
	Final	A	24	24	26	22	-	-	A	M	MB
P8	Inicial	B	22	11	21	9	-	-	B	B	MI
	Final	A	34	34	32	32	-	-	A	M	MB
P9	Inicial	B	5	5	24	4	-	-	B	B	MI
	Final	M	21	21	19	16	-	-	M	B	MR
P10	Inicial	N	7	7	6	5	-	-	N	N	MI
	Final	B	17	17	17	10	-	-	B	B	MI
P11	Inicial	N	5	5	4	1	-	-	N	N	MI
	Final	M	26	26	25	23	-	-	M	B	MR
P12	Inicial	B	12	11	6	-	-	-	B	B	MI
	Final	M	23	23	22	10	-	-	M	B	MR
P13	Inicial	B	8	8	9	9	-	-	B	B	MI
	Final	M	22	22	21	21	-	-	M	B	MR
P14	Inicial	B	11	8	11	12	2	-	B	B	MI
	Final	B	18	17	15	14	-	-	B	B	MI
P15	Inicial	N	9	9	7	4	-	-	N	N	MI
	Final	M	32	32	31	20	-	-	M	B	MR
P16	Inicial	B	9	9	8	5	-	-	B	B	MI
	Final	B	18	18	17	12	-	-	B	B	MR
P17	Inicial	B	12	12	12	10	-	-	B	B	MI
	Final	B	5	5	4	2	-	-	B	B	MI
P18	Inicial	B	8	7	5	1	-	-	B	B	MI
	Final	B	25	25	18	16	-	-	B	B	MR
P19	Inicial	B	14	14	13	12	-	-	B	B	MI
	Final	M	23	23	24	18	-	-	M	M	MR

Nota: HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MI = Mapa Insuficiente. Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

de conceitos utilizados e conexões, em sua grande maioria, que expressam uma síntese coerente das ideias descritas.

O tema empregado explicita em dez trabalhos o sistema ABO, sistema Rh e sistema MN, constituindo três domínios distintos; em seis trabalhos foram mencionados o sistema ABO e Rh e, em três representações foi abordado somente o sistema ABO. Já os elementos constituintes do sangue, tema introdutório da sequência didática, permaneceram em 15 registros.

As produções finais dos estudantes P5, P9 e P14 não configuravam a ferramenta gráfica, e em decorrência dos critérios estipulados, foram avaliados como mapas regulares e insuficientes, todavia é importante mencionar que as ideias expressas, ainda que extensas e sem estarem contidas em caixas ou simplesmente isoladas dos demais itens, indicavam conceitos fundamentais e demonstravam a apropriação do material apresentado.

Assim, conforme demonstrado no Quadro 1, a avaliação dos mapas conceituais segue em conformidade com as especificações de MENDONÇA (2012), como referência para validação da sucessão e efetivação da aprendizagem.

A utilização da ferramenta para promover indícios de aprendizagem significativa demonstrou, de fato, conforme MOREIRA (2012) afirma, não se apoiar em uma forma única e correta sobre determinado

assunto, mas que deve ser considerada dinâmica e, portanto, em constante reorganização, tal como a própria estrutura cognitiva do estudante.

Nesse aspecto, os mapas conceituais iniciais e finais, quando equiparados, apontam para uma melhor compreensão e interação com o conteúdo proposto, o que evidencia os conhecimentos em construção desses estudantes e torna o instrumento um recurso pedagógico eficaz de ensino não convencional. Assim, a análise do pré e pós-mapeamento conceitual favoreceu a observação do desenvolvimento de habilidades de pensamento, fornecendo um ponto explícito de foco para a reflexão (KINCHIN, HAY, ADAMS, 2000).

Assim, a fim de visualizar as relações instauradas com maior transparência, bem como a disposição hierárquica dos constructos elaborados, os mapas conceituais selecionados foram reproduzidos por meio do software Cmap Tools 6.02. Contudo, salienta-se que as informações registradas pelos sujeitos constituintes da pesquisa em suas representações gráficas foram transcritas para este relatório na íntegra.

Para exemplificar, serão demonstradas as análises comparativas dos constructos iniciais e finais de três estudantes selecionados ocasionalmente.

Sendo assim, o estudante P1 em seu mapa inicial (Figura 2) utilizou 14 conceitos e todos foram considerados válidos. Fez uso de conceitos relacionados

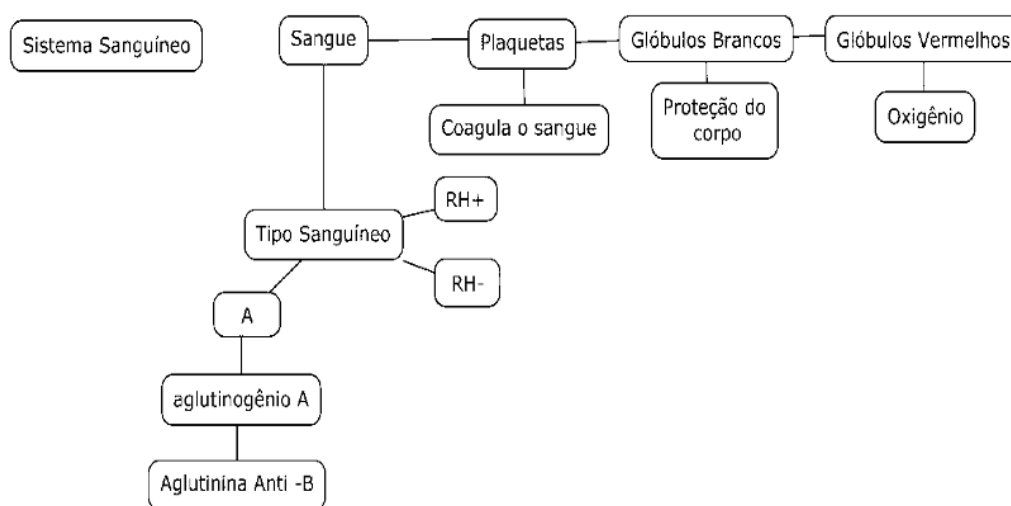


Figura 2: MC Inicial elaborado pelo estudante P1

à parte introdutória do estudo sobre o sangue e seus componentes, porém, observa-se o conceito principal “Sistema Sanguíneo” desconectado do diagrama. Percebe-se, também, a inexistência de palavras de ligação, a relação estabelecida equivocadamente entre aglutinogênio A e aglutinina anti-B e a escassez de muitos itens relacionados ao tema. Essa análise propõe o aperfeiçoamento dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa utilizados em virtude da reduzida hierarquia dos temas abordados.

Assim, o MC do estudante foi classificado como Mapa Insuficiente e a sua estrutura reafirma o resultado obtido pelas respostas no pré-teste acerca da deficiência de subsunçores para o tema apresentado e a construção do mapa pauta-se, unicamente, nos assuntos introduzidos por meio dos organizadores prévios. Assim como a elaboração dos MC’s foi proposta antes do processo de intervenção, observa-se a necessidade de as ideias presentes nessa representação gráfica serem mais bem estruturadas e incluir outros elementos constituintes dos sistemas

sanguíneos.

A atividade final (Figura 3) do mesmo estudante re-trata o aprimoramento da construção em relação ao mapa anterior, o aumento do quantitativo de novos conceitos é notório, apresentando 31 conceitos, abarcando características dos sistemas ABO, Rh e MN em três domínios distintos. KINCHIN, HAY, ADAMS (2000) declaram que uma importante atribuição da técnica consiste na sua estrutura geral, sobretudo para conteúdos complexos em que os estudantes exibem um entendimento fragmentário de um tópico e frequentemente não conseguem integrar todos os componentes para formar uma visão geral significativa.

Diante disso, nota-se claramente a percepção do estudante acerca do conteúdo e a habilidade em diferenciar as particularidades de cada sistema por meio da diversidade de conceitos relevantes e intrínsecos ao tema.

Assim, há demonstração do fenótipo e genótipo do sistema MN, antes totalmente inexplorado pela turma, da presença de proteínas específicas do sistema

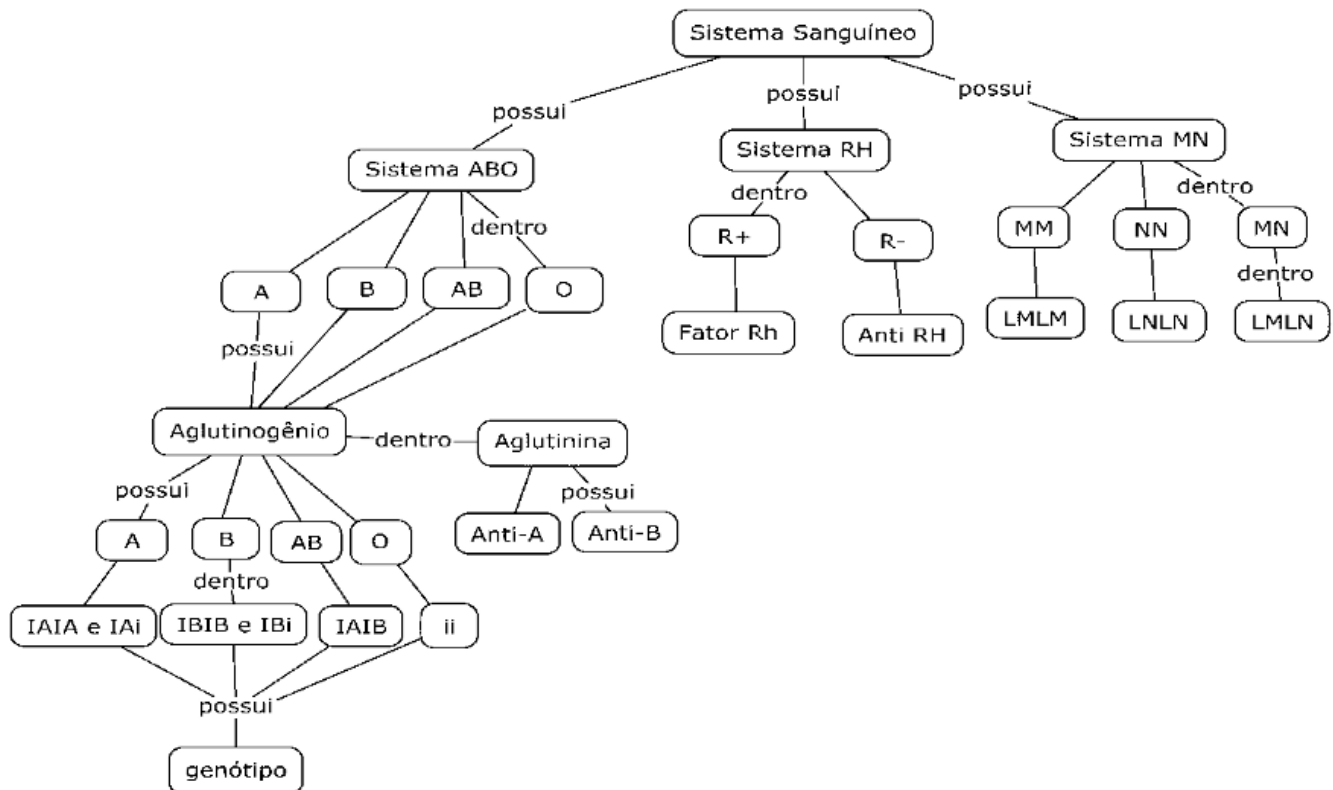


Figura 3: MC Final elaborado pelo estudante P1.

Rh e o detalhamento de vários conceitos do sistema ABO representados pelo fenótipo, genótipos e as proteínas no plasma e na membrana das hemácias. No entanto, deve-se notar a descrição “R+” e “R-”, quando deveriam ser Rh+ e Rh-, a repetição dos conceitos tipos sanguíneos, retratados pelos A, B, AB e O, a conexão imprópria entre aglutinogênio e aglutinina e a tentativa de utilização de palavras de ligação simples em algumas proposições, como sendo itens que merecem atenção, mas não comprometem expressivamente o conteúdo apresentado e a constatação da apropriação desses saberes. Nota-se, no constructo inicial do estudante P8 (Figura 4), algumas irregularidades estruturais, como os duplos conceitos dos componentes do sangue em uma mesma caixa, a repetição dos tipos sanguíneos A, B, AB e O, os conceitos “temos” e “que podem ser” constituídos por verbos, frases de ligação que poderiam ser transformadas em conceitos e as ideias relacionadas aos tipos A, B, AB e O fora das caixas. Constata-se a presença do sistema sanguíneo ABO, mesmo que não identificado no esquema e embora haja a conexão dos termos positivo e negativo, não há menção ao sistema Rh nas ideias relacionadas

às transfusões sanguíneas. Existem, ainda, algumas informações incompletas, como a ausência de referência aos sangues A e B serem receptores do sangue O e a ênfase dada ao antígeno no tipo sanguíneo AB como principal responsável nas doações sanguíneas, quando na verdade, o anticorpo que determina os tipos de sangue permitidos em uma transfusão. Essas informações permitiram quantificar apenas 11 conceitos válidos dos 22 apresentados e nove proposições válidas das 21 inseridas no mapa. Ademais, FARIAS (2019) afirma que a possibilidade de observação em termos estruturais das conexões estabelecidas pelos estudantes com o uso de mapas conceituais consiste em importantes elementos para explicar determinados conceitos. Diante disso, o esquema apresentado no mapeamento deste estudante estabelece conexões com logicidade e informações consideráveis. Como resultado, a representação gráfica apresenta uma hierarquia relevante em que os conceitos “tipos de sangue” e seus componentes (plaquetas, hemácias e leucócitos) estão subordinados ao tema central “sistema sanguíneo”. Porém, o MC foi classificado como Insuficiente, dessa forma, é necessário que o aluno consiga explorar as ideias

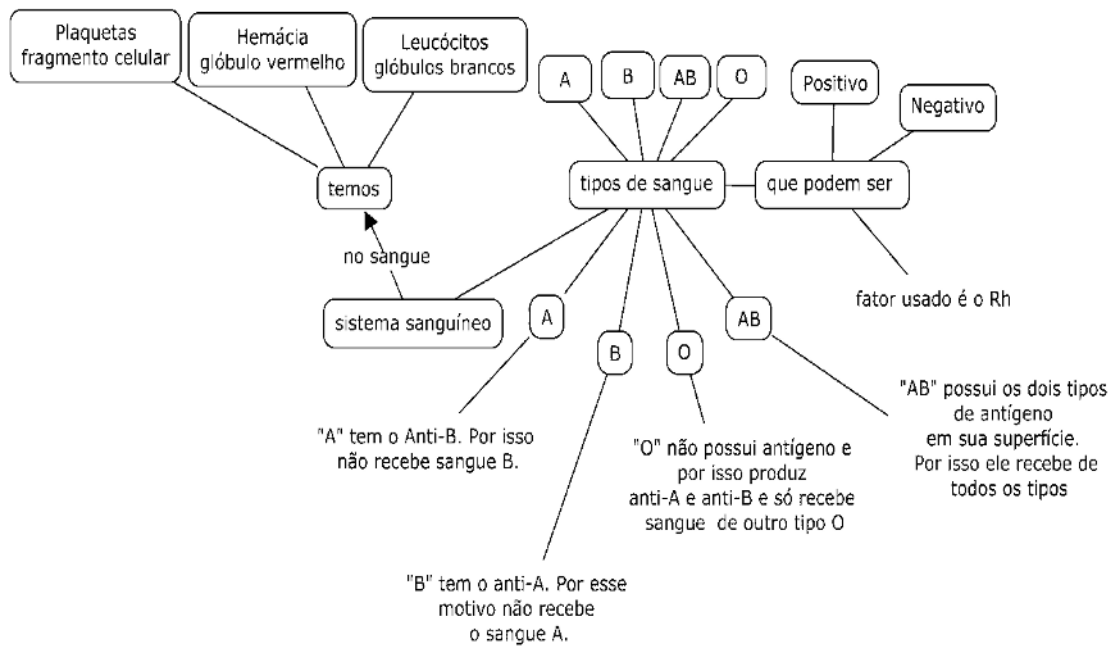


Figura 4: MC Inicial elaborado pelo estudante P8

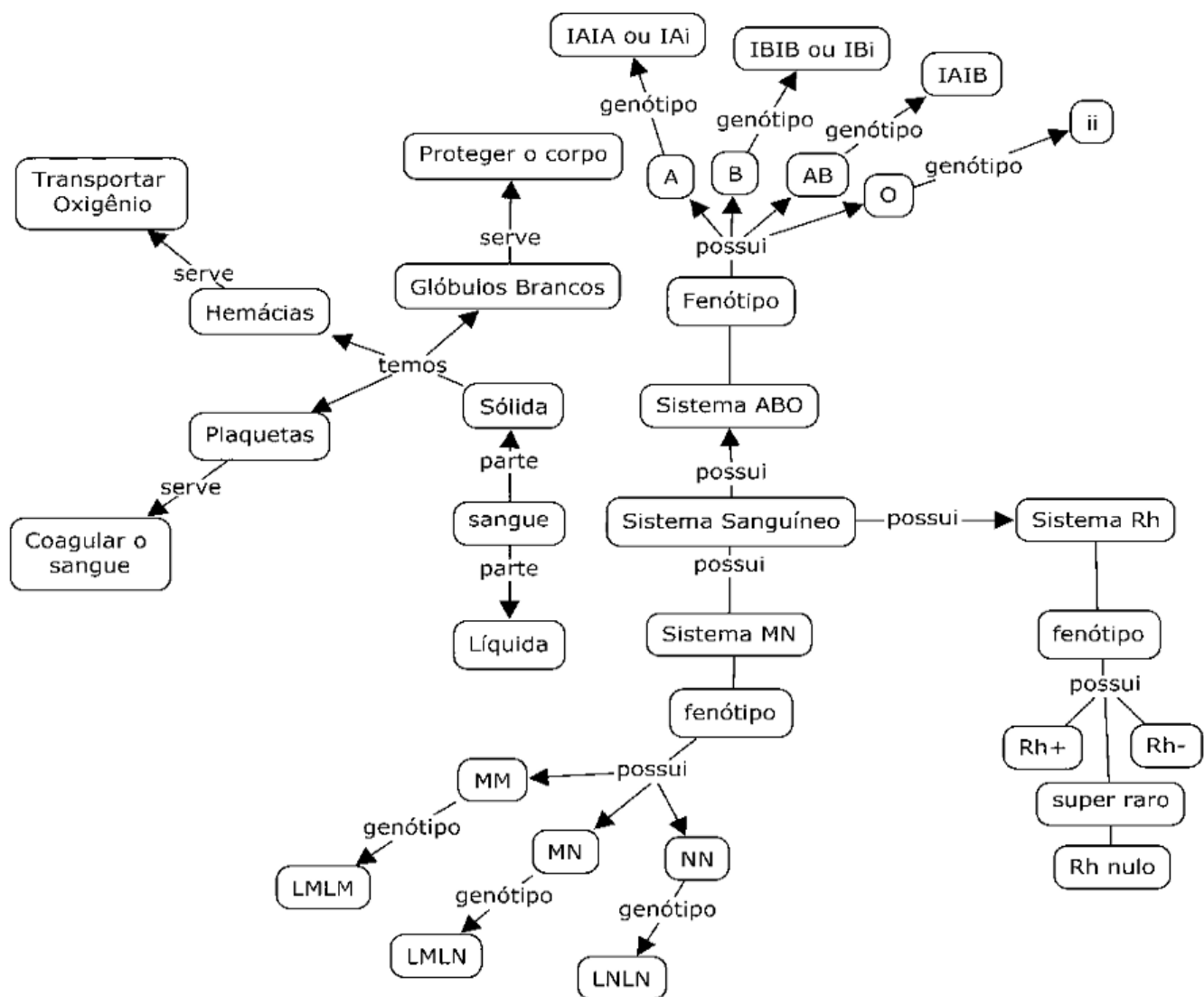


Figura 5: MC Final elaborado pelo estudante P8.

do conteúdo apresentado de forma mais abrangente. A superação da deficiência na elaboração estrutural de mapas conceituais tornou-se notória ao observar a produção final do estudante P8 (Figura 5), que apresenta um aumento expressivo do número de conceitos, a presença dos Sistemas Rh e MN (oculto no mapa anterior), a correta divisão das partes do sangue em “líquida” e “sólida” com seus constituintes e suas respectivas funções, a descrição dos genótipos e fenótipos, a inserção, ainda que simples, das palavras de ligação e a apresentação do “Rh nulo”. Essa informação adicional ocorreu por interesse do próprio estudante que decidiu pesquisar

durante a aula na sala de tecnologia um pouco mais sobre o Sistema Rh e se surpreendeu pela existência de um fenótipo não apresentado durante as aulas e indagou à pesquisadora, que forneceu ao participante mais esclarecimentos sobre o tipo sanguíneo descoberto. Todavia, percebe-se no MC que não há conexão do conceito “sangue” ao conceito “Sistema Sanguíneo”, provavelmente uma distração do aluno em estabelecer essa associação. O MC Final elaborado apresentou o dobro de conceitos, quando comparado ao mapa anterior, e 32 proposições, todas consideradas válidas, assim, de acordo com os critérios, foi classificado em Mapa Bom.

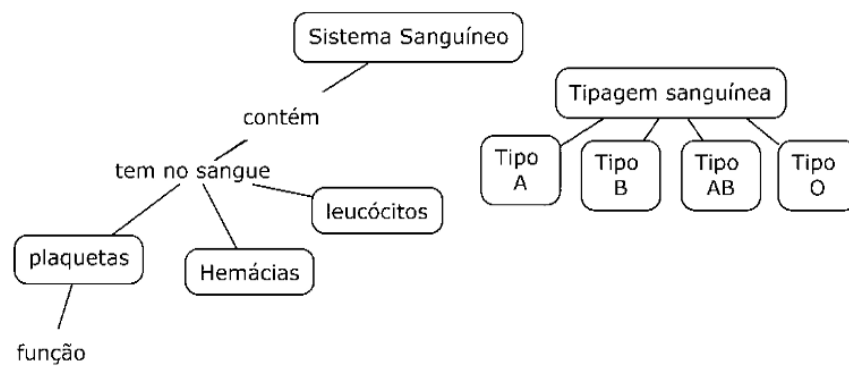


Figura 6: MC Inicial elaborado pelo estudante P15.

O MC construído pelo estudante P15 (Figura 6) apresenta dois conceitos principais, “Sistema Sanguíneo” e “Tipagem sanguínea”, sem estabelecer conexão entre eles. O participante apenas menciona os tipos A, B, AB e O e os conecta, sem o uso de palavra de ligação, ao conceito “Tipagem sanguínea” e os componentes do sangue, “hemácias”, “leucócitos” e “plaquetas” relacionados diretamente ao sistema sanguíneo, assim o estudante poderia acrescentar a palavra de ligação “sangue” como conceito, pois são ideias intimamente relacionadas. Em virtude disso, apenas quatro proposições foram consideradas válidas. Ressalta-se que os conceitos apresentados são muito gerais, ou seja, deveria requerer mais especificidades, não há relações cruzadas, o que categoriza escassa diferenciação progressiva e reconciliação integrativa nula. Por isso, este mapa

foi classificado como Insuficiente.

O Mapa Conceitual Final (Figura 7) retrata quatro domínios subordinados ao conceito inclusor “Sistema Sanguíneo” representados pelo sangue, sistema ABO, sistema MN e sistema Rh e suas especificidades. Esse esquema, quando equiparado ao mapa anterior demonstra o aperfeiçoamento no aprendizado em decorrência dos novos conceitos inseridos evidenciado por meio da arquitetura do MC, totalizando 34 conceitos e todos validados, das conexões bem estabelecidas, dos níveis hierárquicos elaborados e a tentativa de utilização, ainda que repetidas, de palavras-chave em todas as proposições. No entanto, algumas ressalvas são necessárias, como os conceitos “glóbulos brancos” e “plaquetas”, que não poderiam estar submissos ao conceito “hemácias”, por representar o mesmo

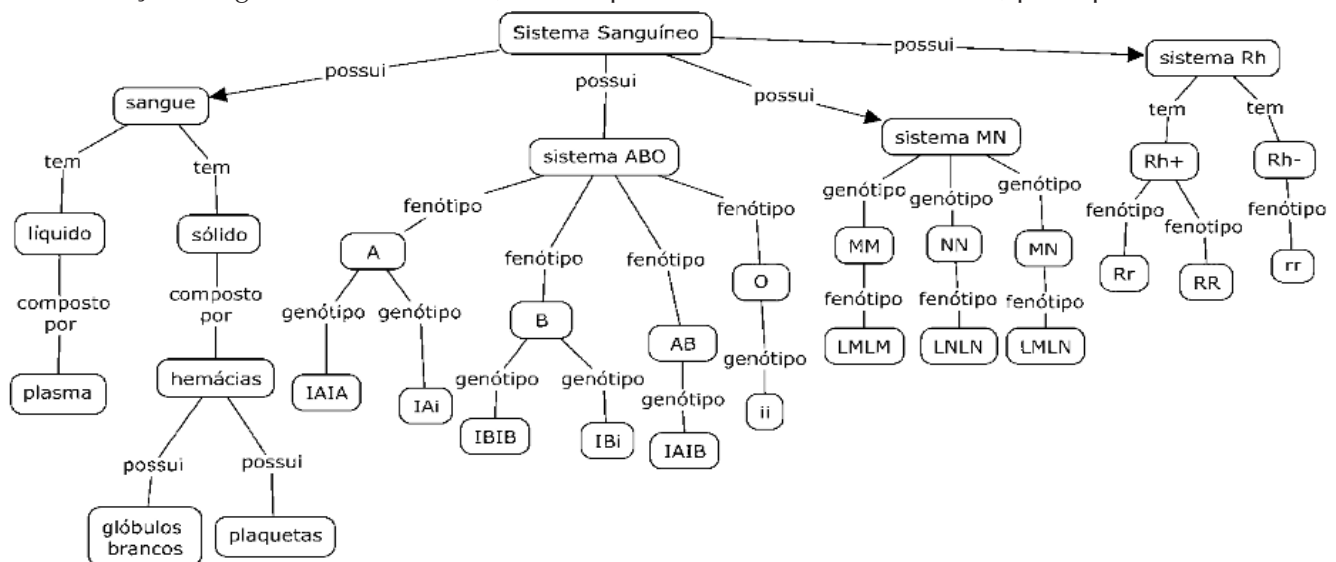


Figura 7: MC Final elaborado pelo estudante P15.

nível hierárquico e o equívoco entre os termos técnicos fenótipo e genótipo ocorridos nos domínios “sistema MN” e “sistema Rh”. A avaliação permite classificar o mapa conceitual como Bom.

A partir dessa análise, OLEINIK (2019) afirma que a conformação de um mapa de conceitos reflete a organização conceitual presente na estrutura cognitiva do estudante, constituindo-se, portanto, em um importante instrumento de avaliação da aprendizagem. Nessa perspectiva, KINCHIN, HAY, ADAMS (2000) concordam que a análise de um mapa conceitual, além de demonstrar o que o aluno sabe, permite observar como esse conhecimento está organizado em sua mente.

Reitera-se que o trabalho consiste na utilização de uma sequência didática elaborada em três momentos distintos com a aplicação de múltiplas produções técnicas totalmente fundamentadas nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e que foram determinantes para uma avaliação coerente e inevitavelmente possibilitaram a verificação das aprendizagens construídas ao longo do processo. Nesse aporte de instrumentos de coleta de dados, abarca também uma nova situação de aprendizagem na qual os estudantes foram submetidos, o que permitiu avaliar a forma de envolvimento, capacidade de resolução de problemas e de aplicabilidade dos conceitos aprendidos frente às experiências ainda não vivenciadas pelos estudantes. Contudo, dentre as atividades desenvolvidas, os mapas conceituais foram as ferramentas evidenciadas neste artigo, conforme mencionado anteriormente.

De acordo com VINHOLI JUNIOR (2015, p. 104), um mapa conceitual “contribui com valores intrínsecos, porque ajuda os que o utilizam a explicitar o conteúdo de sua própria aprendizagem e a organizá-lo de forma lógica e idiossincrática”. Assim, neste trabalho, a utilização dos mapas conceituais na sequência didática foi considerada como uma importante estratégia que norteia a metodologia qualitativa de investigação no ensino de ciências. Dessa forma, os mapas conceituais consistiram em um importante instrumento utilizado, pois compreenderam recursos eficazes e demonstraram uma

exitosa progressão dos conceitos da temática proposta, assim a análise destes constructos contribuiu para a verificação de indicativos de aprendizagem significativa. Neste sentido, houve maior empenho para investigar as informações, com base na TAS, que eles apresentaram em suas representações, ao invés de estabelecer escores quantitativos, baseados em pontuações para as diferentes construções. Assim, a análise foi puramente qualitativa.

A avaliação da sequência de mapas conceituais permite um retrato da trajetória do desenvolvimento empregado por um aluno à medida que ocorre o progresso na compreensão dos conceitos, pois ao demonstrar as correlações estabelecidas entre as ideias, também permite sua contextualização, e assim possibilita sugerir rotas para um aprendizado futuro KINCHIN, HAY, ADAMS (2000).

Sendo assim, a análise comparativa das representações gráficas revelou que, de forma geral, a estrutura conceitual dos mapas posteriores são qualitativamente melhores do que a estrutura conceitual dos mapas anteriores à intervenção. Contudo, importa acentuar a ausência de diversos subsunçores para os termos apresentados no início do estudo e a alta complexidade dos conteúdos trabalhados, fatores que proporcionam uma relevância ainda mais apreciável para a evolução dos conceitos compreendidos. Com isso, o aperfeiçoamento hierárquico na construção dos esquemas e a apropriação de novos conceitos relativos à temática tornam a utilização dos MC uma ferramenta importante para verificação da modificação da estrutura cognitiva do estudante, o que evidencia fortes indicativos de aprendizagem significativa.

4. Considerações Finais

As atividades promoveram a efetiva participação e interesse dos estudantes, pois a organização sequencial do ensino considerava os conceitos relevantes da estrutura mental, o que tornou favorável a manifestação de outro aspecto fundamental da teoria, a predisposição do estudante em aprender de maneira significativa. Dessa forma, os mapas conceituais

compreenderam recursos eficazes e demonstraram uma exitosa progressão dos conceitos da temática. Para a sua construção, considera-se que os níveis de hierarquia devem partir dos conceitos mais gerais para conceitos mais específicos, bem como suas inter-relações.

Os alunos desenvolveram a atividade com dedicação, sendo possível observar mais habilidades na elaboração da organização hierárquica dos MC's e um maior número de elementos que foram inseridos, quando comparados às produções anteriores. Assim, no decorrer da elaboração dos constructos, a estrutura conceitual dos conhecimentos dos alunos era externalizada e cada mapa portava a idiosincrasia dos idealizadores.

Portanto, essas representações gráficas demonstraram uma visão integrada dos conteúdos apresentados, segundo a compreensão cognitiva do construtor. Assim, a análise qualitativa e comparativa dos constructos anterior e posterior à intervenção apresentou, sob os critérios estabelecidos, melhor qualidade, permitindo avaliar, dentro de certa medida, o nível de assimilação dos conteúdos.

Cabe salientar, no entanto, que essas ferramentas não constituem um trabalho pronto e acabado, mas possibilitam, a partir da reestruturação dos saberes, que os conceitos envolvidos sejam (re)construídos, envolvendo os novos conhecimentos compreendidos. NOVAK, CAÑAS (2010) ressaltam que as representações gráficas são ferramentas que sempre podem ser reelaboradas e adicionados novos conceitos aprendidos. Portanto, essa prática pedagógica foi um instrumento que contribuiu para a construção de um conhecimento mais significativo no ensino de Genética, com foco nos conceitos relacionados aos sistemas sanguíneos.

6. Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 1980
- BARNI, G. dos S. A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC). Orientador: Geraldo Moretto. 2010. 184 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Naturais e Matemática) - FURB, Santa Catarina, 2010. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Graziela-dos-Santos-Barni.pdf>. Acesso em: 20, jan, 2020.
- CICUTO, C. A. T.; CORREIA, P. R. M. Estruturas hierárquicas inapropriadas ou limitadas em mapas conceituais: um ponto de partida para promover a aprendizagem significativa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, v3, pp. 1-11, 2013.
- FARIAS, E. M. et al. Elaboração e construção de modelo didático para elucidar o Sistema ABO no ensino de Biologia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO, 13, 2015, Recife/PE. Anais... UFRGS, 2015. pp.1-13. Disponível em: <https://docplayer.com.br/10192964-Elaboracao-e-construcao-de-modelo-didatico-para-elucidar-o-sistema-abo-no-ensino-de-biologia.html>. Acesso em: 03, fev, 2020.
- FARIAS, E. M. de. A relação entre a herança dos grupos sanguíneos e o sistema imunológico: uma sequência didática para o Ensino Médio. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.
- GIL, A. C. *Metodologia do Ensino Superior*. 3a ed. São Paulo: Atlas. 1997.
- KINCHIN, I. M.; HAY, D. B.; ADAMS, A. How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development, *Educational Research*, v42, n1, 43-57, 2000. DOI: 10.1080/001318800363908. Acesso em: 05, ago, 2020.
- LEITE, R. C. M. A produção coletiva do conhecimento científico: um exemplo no ensino de Genética. Orientador: Nadir Ferrari. 2004. 219 f. Tese. (Doutorado em Educação) - UFSC, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc>

- br/xmlui/handle/123456789/87537?show=full. Acesso em: 10, dez, 2019.
- MENDONÇA, C. A. S. O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia. 349 f. Tese (Doctorado em Enseñanza de las ciencias) - Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, Burgos, 2012. Disponível em: <<http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/192/1/Mendo%C3%A7a.pdf>>. Acesso em: 15, dez, 2019.
- MENDONÇA, C. A. S.; MOREIRA, M. A. Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciência do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental. Revista Práxis, Volta Redonda, ano IV, no 7 - janeiro 2012. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/141154>>. Acesso em: 15, jan, 2020.
- MORAES, R. M. A aprendizagem significativa de conteúdos de biologia no ensino médio, mediante o uso de organizadores prévios e mapas conceituais. 175f. Dissertação (Mestrado em Educação). UCDB, Campo Grande, 2005. Disponível em: <<https://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/7796-a-aprendizagem-significativa-de-conteudos-de-biologia-no-ensino-medio-mediante-o-uso-de-organizadores-previos-e-mapas-conceituais-com-apoio-de-um-software-especifico.pdf>>. Acesso em: 07, fev, 2020.
- MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais. Cad. Cat. Ens. Fis. Florianópolis, 3(1): 17-25, abr. 1986. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165810.pdf>>. Acesso em: 26, jan, 2020.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e Diagramas em V. Instituto de Física, UFRS, Rio Grande de Sul, 2006. 103p. Disponível em: <http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.pdf>. Acesso em: 13, fev, 2020.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista, 2011. Anais. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>>. Acesso em: 15, dez, 2020.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, RS. 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 17, dez, 2019.
- NASCIMENTO JÚNIOR, J. L.; NASCIMENTO, P. M. P. Contribuições de Jean Piaget à Educação Profissional: Apontamentos para a prática docente. In: CADERNOS DA PEDAGOGIA. São Carlos, Ano 11, v.11, n.22. jan-jun 2018. Disponível em: <<http://www.cadernosdapedagogia.ufscar.br/index.php/cp/article/download/.../405>>. Acesso em: 14, fev, 2020.
- NEGRI, R. A.; SILVA, W. L. “Ponto-a-ponto da Genética” – uma proposta didática para o ensino-aprendizagem utilizando novas tecnologias. In: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y educación, 2014, p. 1-10. Buenos Aires, Argentina. Anais... ISBN: 978-84-7666-210-6. Acesso em: 05, ago, 2020.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. Práxis Educativa, Ponta Grossa, v5, n1, pp.9-29, jan.-jun. 2010. Disponível em: <<https://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1298/944>>. Acesso em: 16, jan, 2020.
- NOVAK, J. D. A theory of education: meaningful learning underlies the constructive integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review, Porto Alegre, v1, n2, pp. 1-14, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID7/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em: 25, jan, 2020.
- OLEINIK, D. da C. M. Evidenciando Indícios de Aprendizagem Significativa: contribuições de uma organização sequencial didática sobre grupos sanguíneos em uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental. 2019. 79P. Dissertação (Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

- PALMERO, M. L. R., et al. La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva. 1ed. Barcelona: Octaedro. 2008. Disponível em: <<https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.../DIG003.pdf?...1>>. Acesso em: 21, dez, 2019.
- PEÑA, A. O.; et al. Mapas conceituais: uma técnica para aprender. Edições Loyola, São Paulo, 2005.
- SILVA, C. C. Análise sistêmica do processo ensino aprendizagem de genética à luz da teoria fundamentada. Orientador: Josefina Diosdata Barrera Kalhil. 2014. 187 f. Tese (Dourado em Educação em Ciências e Matemática) - UFMT, Manaus, 2014. Disponível em: <http://www1.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/98742af5bc055a-1d123c544f58953292.pdf>. Acesso em: 13, fev, 2020.
- SOUSA, N. F. L. L. Contribuições de uma proposta multimídia baseada no enfoque ciência, tecnologia e sociedade para o ensino das bases genéticas e imunológicas do sistema sanguíneo ABO humano. Orientador: Fernando Costa Amaral. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUCMG, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_SousaN-FLL_1.pdf. Acesso em: 15, jan, 2020.
- SOUZA, G. F. de. Mapas conceituais no ensino de ciências: uma proposta para a aprendizagem significativa de conceitos científicos nos anos iniciais. Orientador: Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro. 2017. 120f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia) - UTFPR, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2473>>. Acesso em: 05, dez, 2019.
- VIEIRA, M. da S. Abordagem genética e imunofisiológica dos sistemas ABO e Rh para melhor compreensão e ensino da eritroblastose fetal. Orientador: Fernando Costa Amaral. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - PUCMG, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/EnCiMat_VieiraMS_1.pdf. Acesso em: 10, dez, 2019.
- VINHOLI JÚNIOR, A. J. Modelagem Didática como estratégia de ensino para a Aprendizagem Significativa em Biologia Celular. Orientadora: Shirley Takeco Gobara. 2015. 208f. Tese (Doutorado em Educação) - UFMS, Campo Grande. 2015. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2434630>. Acesso em: 15, fev, 2020.
- ZÔMPERO, A.F. et al. Atividade investigativa na perspectiva da aprendizagem significativa: uma aplicação no ensino fundamental com a utilização de tabelas nutricionais. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Bogotá, Colômbia, v9, n2, pp. 10-21. DOI: <http://doi.org/10.14483/jour.gdla.2014.2.a01>





COMPETENCIAS MATEMÁTICAS: UNA MIRADA DESDE LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA EN EDUCACIÓN A DISTANCIA

MATHEMATICAL COMPETENCES: A LOOK FROM THE TEACHING STRATEGIES IN DISTANCE EDUCATION

COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS: UM OLHAR DAS ESTRATÉGIAS DE ENSINO NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Daniel Alberto Valderrama Martínez*

Cómo citar este artículo: Valderrama, D (2021). Competencias matemáticas: una mirada desde las estrategias de enseñanza en educación a distancia. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 382-398. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16167>

Resumen

El enfoque por competencias se constituye como una alternativa frente a la enseñanza tradicional centrada en la memorización y la mecanización, porque supone la combinación de conocimientos y el desarrollo de habilidades puestos en acción en una situación contextualizada. Dentro de las competencias transversales requeridas para el ejercicio profesional, las matemáticas desempeñan un papel importante al crear habilidades de pensamiento que permiten razonar de manera lógica y eficiente en resolución de problemas o situaciones cotidianas y tomar decisiones de forma eficiente. En educación a distancia, el desarrollo de competencias matemáticas está mediado por el uso de TIC, el deseo por aprender, el autoaprendizaje, el contexto y en el rol del docente, quien conducirá al estudiantado a la consecución de objetivos pertinentes para afrontar problemas. En ese sentido, el presente artículo tiene como objetivo establecer algunos elementos centrados en las competencias matemáticas en educación a distancia que deben considerarse para identificar las estrategias empleadas por los docentes en una institución de educación superior se integran al enfoque por competencias. La metodología utilizada corresponde al enfoque cualitativo de tipo fenomenológico interpretativo, fundamentada en la aplicación de una entrevista semiestructurada. Los resultados muestran que es necesario realizar transformaciones en algunas estrategias docentes.

Palabras Clave: Matemática. Enseñanza individualizada. Elaboración de estrategias de enseñanza. Formación profesional. Competencias básicas. Evaluación por objetivos.

Recibido: 17 de abril de 2020; aprobado: 03 de septiembre de 2020

* Licenciado en Matemáticas, Especialista en Educación matemática y Magíster en enseñanza de las Ciencias exactas y naturales. Docente investigador de la Unidad de Ciencias básicas en la Corporación Universitaria Minuto de Dios en la sede Cundinamarca, Centro Regional Madrid, Colombia. E-mail: daniel.valderrama@uniminuto.edu – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6554-926X>

Abstract

The competency approach is constituted as an alternative to traditional teaching focused on memorization and mechanization, because it involves the combination of knowledge and the development of skills put into action in a contextualized situation. Within the transversal competences required for professional practice, mathematics plays an important role in creating thinking skills that allow logical and efficient reasoning in solving problems or everyday situations and making decisions efficiently. In distance education, the development of mathematical competencies is mediated by the use of TIC, the desire to learn, self-learning, the context and the role of the teacher, who will lead the student to achieve relevant objectives to face problems. In this sense, the present article aims to establish some elements focused on mathematical competencies in distance education that should be considered to identify the strategies used by teachers in a higher education institution that are integrated into the competency approach. The methodology used corresponds to the qualitative approach of an interpretive phenomenological type, based on the application of a semi-structured interview. The results show that it is necessary to carry out transformations in some teaching strategies.

Keywords: Mathematics. Individualized teaching. Vocational training. Creation of teaching aids. Criterion- minimum competencies. Referenced evaluation.

Resumo

A abordagem por competências constitui-se como uma alternativa ao ensino tradicional voltado para a memorização e a mecanização, pois envolve a combinação de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades postas em ação em uma situação contextualizada. No âmbito das competências transversais exigidas para a prática profissional, a matemática desempenha um papel importante na criação de capacidades de pensamento que permitem um raciocínio lógico e eficaz na resolução de problemas ou situações do cotidiano e na tomada de decisões com eficácia. Na educação a distância, o desenvolvimento de competências matemáticas é mediado pelo uso das TIC, pela vontade de aprender, pela autoaprendizagem, pelo contexto e pelo papel do professor, que levará o aluno a atingir os objetivos pertinentes para enfrentar os problemas. Nesse sentido, o presente artigo visa estabelecer alguns elementos voltados para as competências matemáticas na educação a distância que devem ser considerados para identificar as estratégias utilizadas pelos professores de uma instituição de ensino superior que se integram à abordagem por competências. A metodologia utilizada corresponde à abordagem qualitativa de tipo fenomenológico interpretativo, a partir da aplicação de uma entrevista semiestruturada. Os resultados mostram que é necessário realizar transformações em algumas estratégias de ensino.

Palavras chave: Matemática. Ensino individualizado. Elaboração de meios de ensino. Formação profissional. Conhecimentos básicos. Avaliação por objetivos.

1. Introducción

La educación a distancia es una modalidad que se dispone de ambientes de aprendizaje mediados por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), cuyo objetivo es el autoaprendizaje que se da por trabajo autónomo que depende del estudiante. El desarrollo de competencias profesionales en este tipo de modalidad, supone la necesidad de direccionar la enseñanza como una ruta para el aprendizaje que tenga en cuenta las condiciones óptimas para que el estudiante no solamente se apropie de un conjunto de conocimientos, sino que desarrolle habilidades y destrezas, se forme en valores y esté en la capacidad de actuar de forma autónoma y reflexiva para resolver distintas situaciones que se presenten en los diversos aspectos de su vida tanto laboral, profesional como personal (FALCON, 2013). Todo ello propicia que el docente utilice distintas estrategias que promuevan un aprendizaje reflexivo, autorregulado, consciente y significativo donde los estudiantes se sientan capaces de aprender, trabajar en equipo, así como saber tomar decisiones.

En la actualidad, el desempeño eficiente en una sociedad globalizada exige no solamente un conjunto de competencias específicas propias de cada profesión, sino también competencias genéricas comunes a todas las áreas de formación que incluyan habilidades de tipo cognitivo o motivacional (GONZÁLEZ, GONZÁLEZ, 2009). En ese sentido, en Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), ha definido cuatro competencias genéricas que todo estudiante egresado de los programas de educación superior, independiente del tipo de modalidad de estudio, requiere desarrollar para su óptimo desempeño en la vida laboral: El pensamiento matemático, comunicación en lengua materna y en otra lengua internacional, cultura científica y gestión de la información y competencias ciudadanas. Las competencias de pensamiento matemático se refieren a las capacidades que tienen los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente el proceso de solución de problemas matemáticos que se presentan en variadas situaciones (GARCÍA,

CORONADO, MONTEALEGRE, 2011). En la educación modalidad a distancia, el desarrollo de competencias matemáticas requiere estar asociado al empleo de las TIC al situar al estudiante en el centro del aprendizaje. Se requieren niveles de autonomía cada vez mayores que le permitan aprender a aprender y promover el razonamiento crítico mediante distintos recursos tecnológicos. La tecnología como recurso de exploración y visualización debe permitir que el estudiante establezca distintas relaciones entre los objetos matemáticos, familiarizándose con sus propiedades y características haciéndolos tangibles y manipulables en lugar de abstractos e imperceptibles (CÁRDENAS, NIÑO, VEGA, 2015). La educación basada en competencias debe comprometer al docente a modificar las estrategias de enseñanza inmersas en sus prácticas educativas, que le permitan innovar experimentando con las TIC, así como reflexionar sobre su uso, desarrollando ambientes de aprendizaje virtuales óptimos para el estudiante (ÁLVAREZ, 2011). En consecuencia, el desarrollo de competencias matemáticas requiere de estrategias de enseñanza fundamentadas en los recursos tecnológicos que les permitan a los estudiantes comprender los objetos matemáticos y darles un significado en una situación inédita, siendo aún más evidente en la educación a distancia en la que se hace indispensable el aprendizaje autónomo y autorregulado.

En este artículo se identifican las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes de la unidad de ciencias básicas en una Institución de Educación Superior (IES) ubicada en la provincia de sabana de occidente en el departamento de Cundinamarca, Colombia, cuya modalidad es distancia tradicional. El objetivo es comprender si estas promueven el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes de la facultad de administración. Para ello, se aplicó una entrevista semiestructura a estudiantes de los distintos programas de la facultad quienes participaron en la investigación.

2. Marco teórico

Desde mediados de los años 90's, en el campo de la educación la educación se ha centrado la atención en la conveniencia de implementar en el aula un currículo basado en competencias orientado principalmente en 3 aspectos: El diseño curricular con enfoque de competencias, formación por competencias y propuestas educativas basadas en competencias (DÍAZ, 2006).

Un currículo basado en competencias pretende reemplazar otros enfoques y propuestas curriculares existentes cuyo centro es el aprendizaje memorístico y los saberes poco aplicados a situaciones contextualizadas (GARCÍA, 2011). Numerosas propuestas curriculares se han transformado con el tiempo de acuerdo con las necesidades educativas de aquellos sectores donde se han implementado. Han sufrido un proceso muy lento de superación de una visión centrada en el docente, a una visión centrada en el estudiante, en las que se conozcan sus necesidades de formación en los distintos niveles de la educación. Más allá de los conocimientos ¿Es suficiente con memorizarlos o adquirirlos? ¿Qué sentido tiene o debe tener el conocimiento adquirido? ¿Qué debe o puede hacer un estudiante con estos saberes? Y, por tanto, ¿Cuál es el papel de las instituciones? Como respuesta a estos cuestionamientos, surge un nuevo paradigma: la formación para el desarrollo de habilidades y capacidades. No es suficiente con adquirir unos saberes, ni es suficiente su comprensión o funcionalidad. Se requiere que aquello que se aprende se utilice de forma eficiente para resolver una situación concreta y determinada (ARNAU, ZABALA, 2007).

2.1 *El aprendizaje centrado en el estudiante universitario y el desarrollo de competencias*

La globalización y la modernización han llevado a la humanidad hasta un punto en el cual cada individuo necesita dominar los cambios tecnológicos, así como comprender una gran cantidad de información proveniente de diversos ámbitos y distintas disciplinas.

En ese sentido, las competencias que las personas necesitan para alcanzar sus metas son cada vez más complejas, requiriendo así del desarrollo de unas habilidades concretas (MORENO, 2009). El concepto de competencia está relacionado con la capacidad de dominar una gran variedad de situaciones y esto supone que la competencia trasciende los conocimientos y habilidades para explicar cómo estos son aplicados de forma eficiente. Como resultado, en educación, el término competencia se asocia a las capacidades, habilidades y aptitudes que debe desarrollar un individuo para desenvolverse de manera eficiente ante la sociedad. Sin embargo, no existe una definición ampliamente aceptada o una teoría unificadora de este concepto porque supone referenciar concepciones muy amplias y difusas desde la cognición: conocimientos y habilidades y, lo afectivo: motivaciones, actitudes; lo psicomotriz o conductual: hábitos, destrezas y lo sensorial (TRUJILLO, 2014).

La literatura ofrece dos perspectivas respecto a la definición de competencias: Una conductista y otra constructivista. Desde el punto de vista conductista, estas son a menudo confundidas con habilidades, son un constructo individual separadas de los valores e independiente a sus aplicaciones y contextos donde se desarrollan. Son consideradas comportamientos observables que no guardan relación con los procesos cognitivos subyacentes. Por tanto, cada proceso puede desarrollarse de manera independiente (MORENO, 2009). En contraste, en el enfoque constructivista se genera una dinámica constante entre los conocimientos, las habilidades básicas y el comportamiento efectivo (RODRÍGUEZ, 2007). Aunque no es sencillo aceptar una definición de competencia, es posible reconocer que supone la integración de distintos aspectos.

En ese sentido, para el desarrollo de la investigación se adoptará una visión desde el enfoque constructivista, en la cual la formulación de una competencia se realiza mediante

La integración de valores, actitudes y motivaciones, además de los conocimientos, habilidades y destrezas de las que una persona, inserta en un determinado contexto dispone

para participar e interactuar con el mismo; considerando también que los individuos aprenden de manera permanente y progresiva a lo largo de toda su vida (RICOY, FELIZ, SEVILLANO, 2010 p 201).

Las competencias trascienden los conocimientos y las habilidades que se aprenden en las instituciones. Suponen la necesidad de transformar los ambientes de aprendizaje limitados a los entornos presenciales o virtuales, para centrarse en reforzar la autonomía personal para aprender en distintos contextos con o de otras personas para hacer frente a las situaciones que se presenten. Ahora bien, en un modelo centrado en el aprendizaje, toda actividad gira en torno al estudiante. El aprendizaje se logra principalmente del contexto, desde la propia cultura o desde la experiencia: Un aprendizaje para toda la vida. Las instituciones educativas tienen el desafío de plantear la necesidad de enseñar para aprender, dotando a los estudiantes de herramientas personales e interpersonales para enfrentar los retos con plena autonomía mediante el uso eficiente de conocimientos, habilidades y aptitudes que le permitan resolver situaciones de manera exitosa.

2.2 *Enfoque curricular basado en competencias en educación a distancia*

Las instituciones de educación superior han venido consolidando en los ámbitos tanto social como educativo un enfoque curricular centrado en el desarrollo de competencias, fundamentado en aquellos conocimientos, valores y actitudes que debe tener todo ser humano en el concepto de la formación integral, para su aplicabilidad, en contextos tanto personales como laborales. En efecto resulta necesario precisar algunas características que deben ser parte de un currículo por competencias. Se han recopilado algunos de estos elementos, derivados del “Encuentro internacional de currículo fundamentado en competencias” celebrado en la ciudad de Barranquilla, Colombia en el año 2006” (ESCORCIA, GUTIÉRREZ, HENRÍQUEZ, 2006):

1. Formación para dar solución a situaciones del entorno.
2. Aplicar el conocimiento en la formulación de iniciativas.

3. Construir nuevo conocimiento, que promueva el avance de las organizaciones sociales, económicas, culturales y científicas.

4. Educación en valores como pilar en la formación integral de la persona.

5. Desarrollo del pensamiento crítico.

6. Fortalecimiento de la autonomía.

7. Afianzamiento de la conciencia histórico cultural.

8. Desarrollo del pensamiento investigativo para la creación de nuevo conocimiento.

9. Fortalecimiento de las competencias comunicativas.

10. Desarrollo de habilidades de razonamiento para la toma de decisiones.

Algunas universidades han asumido algunos cambios poco beneficiosos en sus currículos, puesto que anteriormente se hablaba de objetivos y destrezas, introduciendo el término “competencia” a manera de sinónimo como novedad. Las instituciones de educación superior aún conservan un sesgo académico e informativo alejándose del concepto de formación integral que pretenden implementar. El cambio solo es posible si se piensa en las necesidades del desarrollo humano individual y social actual. De esta forma, será viable que las instituciones cumplan el papel que les corresponde en lo que refiere al desarrollo de competencias.

Las competencias en la modalidad a distancia.

En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos, se han generado nuevas modalidades educativas que rompen con el concepto tradicional de enseñanza-aprendizaje principalmente porque eliminan las barreras de espacio y tiempo que frenaban el acceso a la educación de muchas personas de manera presencial (DURÁN, 2015). Los programas de educación a distancia están diseñados para manejar determinado grado de separación física entre el docente y el estudiante y, por tanto, el proceso de aprendizaje no tiene supervisión inmediata del docente puesto que la comunicación es mediada por el uso de las TIC. La separación física entre el docente y el estudiante no es completa, debido a que algunos cursos pueden incluir encuentros presenciales o sesiones de comunicación sincrónica,

mediante el uso de video llamadas o herramientas web (CHAVES, 2017).

En este tipo de educación, las competencias se construyen a través del aprendizaje que se desarrolla con TIC, en la cual, el docente hace uso de diversas herramientas tecnológicas para ofrecerla. Su fundamento es el autoaprendizaje, o el trabajo autónomo el cual se da por cuenta propia y que depende de la persona que está aprendiendo. El estudiante es autorregulado, cuando se reflexiona y autoevalúa el trabajo revisando de forma permanente si los procesos están encaminados a lograr sus propósitos. Es autodirigido, a partir de unas pautas establecidas por el docente quien guía los procesos de forma remota. En un enfoque regulado por el autoaprendizaje, el estudiante debe estar en capacidad de planificar la búsqueda, localizar, procesar, registrar, presentar y evaluar información (FERNÁNDEZ, CARBALLOS, DELAVAUT, 2008).

Las TIC permiten diversificar los ambientes de aprendizaje ofreciendo una serie de alternativas de enseñanza a los docentes que favorecen un enfoque de aprendizaje autónomo centrado en el estudiante. En ese sentido se asocia el proceso de formación a través de las TIC con la interactividad, la cual es considerada como “La relación de comunicación entre una persona y un sistema informático” (URIBE, DUQUE, MORENO, 2018). En síntesis, en el proceso de formación de profesionales, la interactividad está dada por dos tipos de interacción: La individual entre el estudiante y los recursos de aprendizaje y la social, entre el estudiante y el docente o los demás estudiantes, en la cual todos intervienen en el proceso de aprendizaje bajo las mismas condiciones, complementándose los unos a los otros (DUQUE, MORENO, URIBE, 2018).

Las competencias profesionales

En la actualidad, la atención de las universidades se ha centrado en la formación humanista de profesionales comprometidos con el desarrollo social de una región o de un país. La idea de profesional competente desde la perspectiva de los conocimientos, habilidades y actitudes que le posibiliten

desempeñarse de manera exitosa en una profesión específica ha quedado atrás, sustituida por

La comprensión de la competencia profesional como fenómeno complejo, que expresa las potencialidades de la persona para orientar su actuación en el ejercicio de la profesión con iniciativa, flexibilidad y autonomía, en escenarios heterogéneos y diversos, a partir de la integración de conocimientos, habilidades, motivos y valores que se expresan en un desempeño profesional eficiente, ético y de compromiso social (GONZÁLEZ, GONZÁLEZ, 2009 p.187).

En ese sentido, las competencias profesionales son el resultado de un proceso de aprendizaje que además de garantizar que los estudiantes sean capaces de integrar los conocimientos, habilidades y actitudes para resolver de manera eficiente una tarea en un contexto determinado, están orientadas a cumplir con un perfil profesional específico (RODRÍGUEZ, 2007). En lo que a este último respecta, el desempeño profesional exige, además de las competencias específicas de una determinada profesión, competencias genéricas o transversales como la capacidad de gestionar el aprendizaje, la investigación, el trabajo en equipo, comunicarse de un segundo idioma y aprender a lo largo de toda la vida (GONZÁLEZ, GONZÁLEZ, 2009).

En lo que respecta al desarrollo de competencias genéricas en los futuros profesionales desde las Instituciones de educación superior en Colombia, el MEN analizó el estado de este tipo de competencias en distintas partes del mundo, consultando documentos y recopilando experiencias nacionales e internacionales. Con base en este trabajo, ha propuesto 4 competencias genéricas:

1. Comunicación en lengua materna y en otra lengua internacional
2. Pensamiento matemático
3. Cultura científica, tecnológica y gestión de la información
4. Ciudadanía

Cada institución de educación superior (IES) podrá abordarlas de acuerdo con su estructura curricular desde su pertinencia en cada programa de formación y su autonomía institucional. En ese mismo sentido, es importante precisar que el Ministerio de Educación Nacional alude el hecho de que la

calidad de la educación es la articulación coherente y armónica de un enfoque que ponga por encima de los instrumentos y medios, el sentido pedagógico de los procesos. Por tal razón, las competencias profesionales se pueden desarrollar en las distintas modalidades, tanto presenciales, como virtuales y a distancia.

2.3 Las competencias de pensamiento matemático

A lo largo del artículo se ha precisado en afirmar que no existe una definición unificada en torno al concepto de competencia. Dejando de lado esta cuestión previa, se utilizará la definición de competencia matemática propuesta por el parlamento europeo en 2006

La competencia matemática es la habilidad para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver diversos problemas en situaciones cotidianas. Basándose en un buen dominio del cálculo el énfasis se sitúa en el proceso y la actividad, aunque también en los conocimientos. La competencia de pensamiento matemático a la que en el documento se le llamará competencia matemática, entraña en distintos grados la capacidad y la voluntad de utilizar modos matemáticos de pensamiento: pensamiento lógico y espacial y representación: fórmulas, modelos, construcciones, gráficas y diagramas (RESTREPO, 2017 p.110).

¿Qué implica asumir la práctica de enseñanza-aprendizaje de la matemática para el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes? Se requiere crear un clima de interacción en el aula propicio para la actividad del estudiante, generando deseo y voluntad para aprender, motivación a la acción, al trabajo colaborativo y la autoformación. El deseo y el gusto por aprender se consideran un eje fundamental desde el punto de vista de la antropología en la educación matemática. El desarrollo de competencias en un contexto determinado está notablemente relacionado al desear conocer, desear hacer, desear ser. El aprendizaje motivado por el deseo y el gusto por aprender posibilita que se dé lugar al saber hacer en forma de capacidades para observar, describir, explicar, argumentar, proponer, demostrar y analizar (BENITEZ, GARCÍA, 2011).

El desarrollo de capacidades y del pensamiento matemático en el estudiante lo habilitan para un saber hacer que implique el uso transversal de los conocimientos, diseño de estrategias para plantear y solucionar un problema y por supuesto, aplicarlos en contextos de su futura profesión. Estas capacidades se desarrollan mediante la interacción entre el estudiante y sus experiencias sensoriales. Se requiere establecer ambientes de aprendizaje en los que él construya, estructure y organice sus propias experiencias. Debe haber lugar a una transformación: el conocimiento matemático es el producto de la elaboración de la experiencia con la cual entra en contacto el estudiante (CORONADO, GARCÍA, MONTEALEGRE, 2011).

El aprendizaje de las matemáticas debe permitir actuar efectivamente frente a una problemática. Esto implica que las situaciones propuestas en el aula de matemáticas o mediante medios virtuales, requieren promover formas de apropiación y actuación de los estudiantes, en las que las que el dominio conceptual y procedimental induzcan el uso voluntario de modelos matemáticos como alternativa a la solución de problemas en distintos contextos (RESTREPO, 2017).

Las competencias matemáticas implican la capacidad de las personas de identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo. Se destacan algunas capacidades para razonar, analizar y comunicar el aprendizaje matemático adquirido (VILLAVECES, 2008):

- La habilidad para encontrar patrones y comportamientos entre números.
- La facilidad para formular conjeturas, someterlas a prueba y, en lo posible, comprobarlas.
- La capacidad de abstracción.
- La capacidad de hallar y formular modelos, que describan el comportamiento de una o más variables en distintos contextos.
- La facilidad de interpretar, representar y argumentar distintas estadísticas, mediante el uso eficiente de tablas, gráficas, notaciones científicas, regresiones o series de tiempo.
- La capacidad de comprender esquemas y mapas

espaciales, de hacer lectura detallada de un grafo.

- La capacidad de comprender algoritmos y formular otros que den respuesta a un fenómeno en particular.
- La habilidad de hacer uso eficiente de la tecnología, mediante el manejo apropiado de software especializado.
- La capacidad de comprender la terminología y los conceptos probabilísticos generales, que permita inferir resultados y tomar decisiones.
- La capacidad de hacer uso eficiente del cálculo para identificar variaciones y dar solución a problemas propios de su disciplina.

Las TIC y del desarrollo de competencias matemáticas

A continuación, se plantean los retos que se presentan en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la matemática en ambientes virtuales enmarcados por el uso de las TIC. Como primera medida, la matemática es una disciplina en constante evolución en la cual día tras día surgen nuevos conceptos y desarrollos en este campo. En ese sentido, las nuevas tecnologías también se transforman mediante a aparición de aplicaciones informáticas que de manera simultánea responden a cálculos cada vez más robustos y complejos. Es necesario precisar la importancia que tienen tanto estudiantes como docentes, de estar a la vanguardia de la tecnología y de sus avances en los procesos educativos. En segundo lugar, para la formación en competencias profesionales, se requiere incorporar nuevas estrategias y tecnologías con el fin de generar motivación en los estudiantes y promover el aprendizaje autorregulado, llevándolos a indagar sobre los alcances que tiene la matemática en una gran variedad de situaciones de su vida laboral. En consecuencia, se plantean algunos desafíos orientados a los recursos tecnológicos que deben emplearse y la coherencia entre lo que se hace y lo que se espera lograr (GRISALES, 2018).

El uso de las TIC en educación ha tenido una importante evolución en los últimos 40 años. La matemática es una de las disciplinas que más ha tardado en incorporarlas como apoyo a los procesos de aprendizaje, siendo aún frecuente el uso de estrategias de

enseñanza tradicionales y la realización de procesos mecánicos y descontextualizados que no le permiten al estudiante la utilidad que tienen los conceptos estudiados en su formación profesional. En ese sentido, la tecnología como recurso de exploración y visualización, debe permitir al estudiante establecer relaciones entre los distintos objetos matemáticos, familiarizándose con sus características haciéndolos tangibles y manipulables en vez de abstractos e imperceptibles (VEGA, CÁRDENAS, NIÑO, 2015). El aprendizaje de conceptos como función o sus operaciones se hace mucho más efectivo cuando se hace uso de un software, no solo por los gráficos que arroja sino porque es posible manipular de forma dinámica los aspectos algebraicos y geométricos presentes y así entender de manera más precisa las distintas fluctuaciones que se puedan evidenciar. Si bien puede requerir del apoyo del docente, el estudiante puede movilizar distintos parámetros y experimentar con los objetos de estudio, interactuando con otras personas y con el programa computacional (RAMIREZ, 2015).

En el campo de la educación, los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) son espacios que propician la construcción de conocimiento a través de la interacción entre docentes y estudiantes y se conciben como ambientes de enseñanza y aprendizaje mediados por las TIC. Su objetivo es poner a disposición de quien enseña, una serie de herramientas y recursos que sitúen al estudiante en el centro de todo proceso educativo (ARAQUE et al, 2018). Los EVA son un referente para el enfoque basado en competencias puesto que se utilizan para enfatizar la importancia del medio y del contexto del aprendizaje.

Una de las herramientas más utilizadas son los objetos virtuales de aprendizaje (OVA), por tratarse de recursos propicios para desarrollar competencias en los estudiantes y por su facilidad en el uso de estrategias para complementar el aprendizaje. Un OVA es un material digital, con contenidos y actividades de evaluación. La construcción de un OVA, puede contribuir considerablemente a la formación en competencias matemáticas en línea al tratarse de un recurso compuesto por elementos motivacionales,

interactivos y accesibles que complementan la información a través de enlaces y mapas conceptuales presentando la información de manera sintética y estructura, facilitando el uso de elementos multimedia (MARTÍNEZ, CÓMBITA, DE LA HOZ, 2018). Para lograr que las herramientas tecnológicas se involucren en los procesos de instrucción de las matemáticas para que surtan efectos motivacionales y aprendizajes significativos, se requiere que el diseño, implementación y evaluación de los EVA's y los OVA's, se lleven a cabo con rigurosidad en el marco de lo disciplinar (contenido) y lo pedagógico (funcional).

El rol del docente en el desarrollo de competencias matemáticas

El enfoque basado en competencias no solo está centrado en el estudiante sino también en el rol del docente. Se hace necesario modificar las prácticas docentes y la manera de diseñar actividades y estrategias, con el propósito de conducir al estudiante en la consecución de los objetivos, propósitos y en el desarrollo de competencias para enfrentar y responder a determinados problemas con plena autonomía (ORTEGA, 2010).

En la concepción de la formación por competencias en el estudiante universitario, las nuevas tareas que debe realizar el docente son:

1. Actualizar de manera permanente su conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico. El docente requiere el dominio de los saberes de su área de formación que además deben estar integrados a la multidisciplinariedad y transdisciplinariedad. El saber pedagógico implica conocer y comprender tanto las distintas formas de aprender como los sistemas de evaluación adecuados que permitan valorar el desarrollo de una competencia mediante la toma de decisiones asertivas relativas a acciones formativas de mejora permanente. Las habilidades tecnológicas que el docente requiere usar apropiadamente en entornos virtuales están asociadas a la capacidad para reflexionar sobre los usos de los medios de enseñanza, la capacidad de integrar a las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, desarrollo de habilidades

para participar y gestionar proyectos colaborativos a través de redes y la capacidad para utilizar las TIC de manera innovadora y creativa (ORTEGA, 2010).

2. Habilidad de gestión. En el marco de la formación en competencias, la organización y planificación eficiente de la enseñanza y de sus recursos en diferentes contextos posibilita el mejoramiento permanente de las prácticas docentes. Si bien el docente como miembro de una institución puede participar en su gestión y organización, las funciones inherentes al profesor universitario son la docencia y la investigación quedando la gestión como un compromiso personal que cada uno adquiere con el centro educativo donde labora. (MASTORELLÓ, 2011).

3. Función de tutor, el papel fundamental del docente es ser mediador y articulador de buenos entornos y experiencias de aprendizaje. La responsabilidad del diseño curricular depende del docente, pero en el desarrollo curricular debe hacerse evidente la cooperación de los estudiantes. Se requiere que el estudiante diseñe sus rutas de aprendizaje siendo motivado a participar de forma activa en el proceso de aprendizaje. Es necesario promover el trabajo colaborativo para la construcción conjunta del conocimiento, el desarrollo de habilidades, actitudes y valores necesarios para la vida estudiantil y profesional.

En la organización de la enseñanza, se contemplan dos momentos que consisten en la planeación y la evaluación. En lo que respecta a la planeación, el docente requiere utilizar estrategias propiciadoras del aprendizaje activo como el trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas y el desarrollo de proyectos. La enseñanza para el aprendizaje autorregulado debe ser flexible para diseñar estrategias que se adopten tanto a las características individuales de los estudiantes como a su entorno (ZABALZA, 2012). Para ello, requiere organizar y gestionar el proceso de aprendizaje vinculando un discurso que le permita comunicar experiencias y provocar aprendizajes. Frente a la evaluación de competencias, el profesorado debe garantizar la coherencia entre el proceso enseñanza aprendizaje y la evaluación expresada en la complejidad de las

competencias.

4. Reestructuración de la evaluación. En el enfoque por competencias, el docente debe evidenciar la forma como están razonando el estudiante, la forma como está integrando la información que recibe de los problemas planteados, de qué manera utiliza el conocimiento adquirido para dar solución a estas situaciones y la manera como utiliza estas herramientas para validar las soluciones encontradas (CANO, 2008) El uso de una evaluación significativa vista como una oportunidad de aprendizaje requiere de la participación de los estudiantes quienes pueden participar en la elección de la vía y los productos para mostrar el desarrollo de las competencias adquiridas.

2.4 Estrategias para el desarrollo de competencias matemáticas

La estrategia da sentido y coordinación a todo lo que se hace para llegar a una meta y debe estar fundamentada en orientaciones, guías de la investigación o de la adquisición de conocimientos que estén bien definidos". El término "estrategia" se utiliza con frecuencia en la literatura en educación, a pesar de las múltiples interpretaciones y aceptaciones a la que es sometida. Las estrategias se utilizan con frecuencia para hacer alusión a la "planificación" que utiliza el docente para potenciar aprendizajes reflexivos y significativos, aludiendo al empleo consciente, reflexivo y regulativo de acciones y procedimientos. Puesto que las estrategias suponen la planificación a corto, mediano y largo plazo, pueden ser susceptibles al cambio, la modificación y la adecuación de sus alcances, dependiendo del aprendizaje que se quiera desarrollar en el estudiante. Por esta razón, no es oportuno separar las estrategias de enseñanza de las estrategias de aprendizaje por lo que es más conveniente referirse a un proceso de enseñanza-aprendizaje (MONTES DE LA OCA, MACHADO, 2011).

En educación a distancia, las estrategias de enseñanza están mediadas por el uso de las TIC, puesto que permiten la presentación y publicación de recursos virtuales, elaboración de material de apoyo, evaluación, desarrollo de productos digitales e interacción

virtual. Estos recursos, pueden considerarse parte de los ambientes virtuales de aprendizaje que en la educación a distancia reemplazan a los espacios físicos de la educación presencial. En ese sentido, el espacio es una plataforma de gestión de aprendizaje (LMS) entre las que se identifican moodle, blackboard, chaminos entre otros. Funcionan como un medio para alojar archivos, actividades y herramientas de comunicación, además de habilitar espacios para guardar distinto tipo de material virtual, facilitando herramientas de retroalimentación y comunicación para compartir conocimiento (SAZA, 2016).

Se evidencian cuatro grandes familias de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el uso de tecnología (PEÑALOSA, 2013). Cada una, puede adaptarse al desarrollo de competencias matemáticas:

1. Estrategias de establecimiento de aprendizaje significativo, concebido como un proceso de construcción de un saber significativo relevante para un contexto. Este tipo de aprendizaje le permite al estudiante pensar y razonar, construir modelos, plantear y resolver problemas, utilizar lenguaje simbólico y emplear herramientas de apoyo como software especializado en matemáticas, herramientas multimedia, simuladores, o realidad virtual.
2. Estrategias de activación o presentación de saberes. En este tipo de estrategia es fundamental activar los conocimientos previos. Algunos de los recursos a los cuales se hace alusión es la creación de mapas conceptuales, mapas mentales, líneas de tiempo, organigramas entre otros más. La intención es que el estudiante relacione los contenidos ya vistos con los nuevos saberes. Si el estudiante no tiene los conocimientos previos requeridos, se hace necesario generar un recurso que contenga los elementos básicos que componen el tema de aprendizaje. Puede utilizarse una presentación que contenga resúmenes o párrafos breves o preguntas que motiven la atención a ciertos aspectos importantes del tema. También se recomienda utilizar combinaciones de gráficos y textos.
3. Estrategias de construcción y aplicación del conocimiento. Estas estrategias promueven el desarrollo del pensamiento matemático que habilita al estudiante para un "saber hacer" que implique tener acceso al

conocimiento para luego utilizarlo de manera transversal en la solución de un problema contextualizado a su campo de formación. En ese sentido, por ejemplo, la resolución de problemas incluye todas las acciones intencionales que lleva a cabo el estudiante para hallar la respuesta a la situación que se plantea. Se pueden utilizar recursos como Prezi (herramienta de presentación), Everone (aplicación para tomar notas) y foros de discusión en línea que permitan retroalimentar el trabajo del estudiante.

4. Estrategias de reflexión y evaluación de procesos. En el enfoque por competencias, la evaluación es formativa, centrada tanto en procesos como en productos. En consecuencia, se requiere aplicar distintas estrategias de evaluación, tales como proyectos, presentaciones, rúbricas, exámenes, así como diversas modalidades de evaluación: autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. Será una evaluación continua, integral y humana que confía en las capacidades del estudiante para aprender.

La importancia de las estrategias referentes a la evaluación de competencias está asociadas a la implementación de la retroalimentación como un recurso formativo orientado al aprendizaje de tipo cualitativo, auténtico y transparente. La retroalimentación es considerada la clave para realizar un proceso evaluativo formativo. En consecuencia, se identifican cuatro tipos de retroalimentación: la centrada en la tarea, que brinda información sobre los logros, alcances, errores, entre otras; la centrada en el proceso de la tarea, que se refiere a la comprensión de las situaciones, procesos cognitivos y recursos utilizados; la centrada en la autorregulación, que proporciona información para fomentar el trabajo autónomo, la autorregulación y el aprendizaje autodirigido; finalmente, la centrada en la propia persona en la que se fomenta el desarrollo personal, el esfuerzo y el compromiso.

3. Metodología de la investigación.

La metodología de esta investigación se desarrolló bajo el enfoque cualitativo de tipo fenomenológico interpretativo. A continuación, se describe con el fin de interpretar los datos que se obtuvieron y que

estos a su vez permitan identificar sí las estrategias de enseñanza de los docentes de la unidad de ciencias básicas en una IES, promueven el desarrollo de competencias matemáticas en los estudiantes de la facultad de administración.

3.1 Tipo y diseño de la investigación.

El diseño de una investigación se refiere al plan o estrategia que se adopta para obtener la información deseada. Esta investigación estuvo enmarcada en el diseño fenomenológico interpretativo cuyo propósito es comprender las habilidades y prácticas, así como articular las similitudes y las diferencias en los significados, compromisos, prácticas y habilidades para la comprensión de las experiencias personales (DUQUE, ARISTIZÁBAL, 2019).

El estudio se realizó sobre un grupo de estudiantes de distintos semestres académicos pertenecientes a la facultad de administración en una IES cuya modalidad es a distancia. Al momento de la investigación, los estudiantes habían realizado al menos un curso de fundamentos de matemáticas, álgebra lineal, cálculo diferencial, estadística descriptiva o estadística inferencial. Estos cursos fueron seleccionados para ampliar la información relevante a la forma como establecen estrategias de enseñanza desde distintas ramas de la matemática. La investigación se centró en conocer algunas experiencias educativas de los estudiantes en entornos virtuales y en la tutoría presencial que reciben una vez a la semana, enmarcadas en las estrategias que utilizaron los docentes al realizar cada uno de los cursos.

3.2 Población y muestra

El proyecto se desarrolló en una institución de educación superior (IES) ubicada en la provincia de Sabana de occidente, al occidente del departamento de Cundinamarca, Colombia. En la modalidad distancia, los estudiantes realizan cuatro horas de trabajo autónomo haciendo uso de los recursos de aula virtual soportada en moodle y de las herramientas proporcionadas por el docente tutor, por cada hora de tutoría presencial, partiendo del principio de que esta última es concebida como un espacio

para aclarar dudas, orientar procesos y fortalecer las competencias adquiridas en la autonomía personal de cada estudiante.

En este estudio se consideró una población conformada por estudiantes pertenecientes a los programas a distancia de administración de empresas, administración financiera y administración en salud ocupacional. Para seleccionar la muestra, se aplicó un tipo de muestreo intencional, en la cual las personas involucradas participan de manera voluntaria en la que fueron seleccionados 20 estudiantes considerando factores como la disposición y el tiempo para colaborar en la investigación.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para llevar a cabo la recolección de información, se implementó una entrevista semiestructurada cuyo objetivo fue identificar las estrategias de enseñanza de los docentes a partir de las experiencias de aprendizaje vivenciadas por los estudiantes. La entrevista se aplicó en el desarrollo de las tutorías presenciales lo que facilitó a los estudiantes expresar verbalmente las respuestas de las preguntas planteadas.

En este instrumento figuran 20 preguntas clasificadas en cuatro categorías, las cuales se construyeron a partir de los referentes teóricos expuestos anteriormente, con lo que se pretendió recabar información pertinente para la investigación. En la tabla 1 pueden apreciarse las preguntas realizadas en la entrevista enmarcadas en cada una de las categorías establecidas:

4. Resultados

Como resultado de la investigación, se pueden mencionar algunos aspectos importantes frente a las estrategias adoptadas por los docentes en los cursos que han orientado.

Frente a las estrategias de establecimiento de aprendizaje significativo:

- La mayoría de los docentes desconocen las competencias profesionales de los distintos programas, creando una coyuntura entre lo que el estudiante debe aprender con lo que se enseña.
- Al proponer distintas situaciones, los entornos de aprendizaje están centrados en la ejemplificación de problemas propuestos en textos o en materiales de autoría propia del docente, de modo tal que el estudiante recurre a estos recursos para plantear el paso a paso de la solución. Al cambiar de contexto, los aprendizajes previos resultan insuficientes puesto que la actividad del estudiante se reduce a la imitación por observación.
- Los estudiantes se sintieron más cómodos con el espacio académico proporcionado por la tutoría presencial que con las herramientas y recursos tecnológicos propuestos en el aula virtual al aclarar dudas de forma directa con el docente tutor. Si bien la tutoría presencial constituye un momento para compartir experiencias del aprendizaje autónomo, la actividad debe centrarse en el uso de OVA's y EVA's. La tutoría presencial es concebida como una clase y no como un medio para fortalecer las capacidades adquiridas a través de los recursos virtuales.

Tabla 1. Categorías de análisis

Categoría	Preguntas
Estrategias de establecimiento de aprendizaje significativo	1. ¿El docente propone situaciones matemáticas contextualizadas a su perfil profesional?
	2. Al proponer una situación cuya solución requiere de la formulación de un modelo matemático, ¿El docente indica previamente los pasos a seguir para su planteamiento?
	3. El docente ¿Utiliza distintos recursos tecnológicos al realizar sus tutorías, compartiéndolos con los estudiantes para favorecer la interacción estas herramientas?
	4. Al proponer una situación, ¿El docente facilita la interacción del estudiante con distintos softwares de matemáticas, involucrándolo en los procesos de construcción del aprendizaje?
	5. En el desarrollo de las tutorías, ¿El docente facilita la intervención del estudiante mediante cuestionamientos que orienten el aprendizaje desde distintas perspectivas?

Categoría	Preguntas
Estrategias de activación o presentación de saberes	6. ¿El docente promueve el aprendizaje autónomo, incentivando la consulta o referentes necesarios en para llevar a cabo una tarea de manera exitosa? De ser así, ¿Motiva el uso de los recursos tecnológicos ofrecidos por la universidad o recursos tecnológicos externos?
	7. ¿El docente propone ejercicios de mecanización que posteriormente se utilizan para dar solución a una situación en un contexto determinado?
	8. ¿El docente hace evidente la aplicabilidad de la matemática en el entorno profesional, mediante presentaciones, videos o conferencias?
	9. ¿El aula virtual es permanentemente retroalimentada con distintos objetos virtuales de aprendizaje como mapas conceptuales, mapas mentales, líneas de tiempo, organigramas o diagramas de flujo? ¿Las instrucciones o procedimientos para hacer uso eficiente de estos objetos son claras y precisas? ¿Estos recursos facilitan la comprensión de los objetos matemáticos dispuestos para el aprendizaje?
	10. ¿El docente motiva de manera permanente el proceso de aprendizaje de cada estudiante, comprendiendo que cada uno es distinto y por tanto los ritmos de aprendizaje también lo son?
Estrategias de construcción y aplicación de conocimiento	11. ¿El docente propone situaciones para que haya lugar a la construcción de conocimientos a partir de los matices expuestas en problema? ¿La estructura de los problemas facilitan si interpretación y posterior análisis?
	12. Al proponer una situación terminada, ¿El docente realiza varios ejemplos de situaciones similares en las que los conocimientos y habilidades matemáticas que se requieren utilizar son igualmente parecidos? De ser así, ¿Qué tipo de recursos tecnológicos utiliza para su presentación?
	13. ¿El docente propone el desarrollo de proyectos en los cursos que imparte, que involucren el uso de recursos tecnológicos variados y la participación de grupos de trabajo? ¿El docente promueve el trabajo colaborativo en la ejecución de la planeación del curso?
	14. ¿El docente vincula los saberes adquiridos con aquellos que pretende desarrollar mediante el planteamiento de situaciones contextualizadas?
	15. Las situaciones propuestas por los docentes ¿Siempre son distintas frente a la forma como se deben abordar desde las matemáticas para dar una solución? ¿los contextos en los que se encuentran aluden a conceptos propios de la profesión?
Estrategias de reflexión y evaluación de procesos	16. ¿El docente hace uso de herramientas de comunicación sincrónica o asincrónica y las utiliza para fortalecer los procesos que se han desarrollado de forma autónoma e independiente?
	17. ¿El docente aplica distintos instrumentos de evaluación como exámenes en línea, presentaciones, proyectos, animaciones, entre otras más?
	18. Frente al desarrollo de una tarea, ¿El docente realiza un acompañamiento permanente informando sobre el estado, procesos y resultados obtenidos? ¿Qué medios tecnológicos utiliza para retroalimentar el trabajo autónomo realizado?
	19. Respecto a las formas de evaluación, ¿Estas son concertadas con los estudiantes, así como los medios y contenido?
	20. ¿El docente propone diversas modalidades para fortalecer los procesos como la autoevaluación, la heteroevaluación y la coevaluación?

Fuente: Autor

- Respecto al uso de software de matemáticas, los docentes se apoyan predominantemente en Geogebra y Excel. Aunque no es generalizado, los participantes manifestaron haber utilizado algún tipo de software haciendo uso de las aplicaciones móviles o disponibles en línea. En algunos casos, se hizo evidente la utilización de estos recursos digitales para establecer estrategias de solución a las situaciones propuestas. Sin embargo, su uso está limitado a momentos esporádicos o episódicos. No se visualizan tutoriales en el aula virtual que apoyen el proceso de formación autónomo.

Estrategias de activación o presentación de saberes:

- En general, se evidencia que los medios de comunicación sincrónicos y asincrónicos son poco o nada utilizados para retroalimentar el trabajo autónomo en el estudiante. Herramientas virtuales como Blackboard Collaborate, chats o foros disponibles en el aula virtual, así como herramientas de mensajería instantánea como Google Meet o Microsoft Teams no se aprovechan, aunque la universidad tenga licenciados ambos recursos. Los participantes afirman comunicarse con los docentes por medio de correo electrónico y redes sociales porque suponen mayor interactividad entre los partícipes del acto educativo.

- Al indagar por presentaciones, videos o conferencias en las que se haga evidente la aplicación de algún modelo matemático en la solución de problemas del entorno profesional apoyados en expertos en los temas de discusión, se concluyó que este tipo de material no se utiliza de ninguna manera. Muchos de los videos presentes en el aula virtual corresponden a la red social YouTube y están relacionados con procesos puramente algorítmicos.

- Por otra parte, al inicio de cada semestre se hace entrega de un texto guía en forma impresa a cada estudiante. Los participantes manifestaron no haber utilizado los libros digitales proporcionados desde la Biblioteca virtual de la Institución y por el contrario el texto impreso es el de mayor relevancia

incluso al momento de proponer las actividades de carácter evaluativo. El trabajo autónomo de parte del estudiante no es fortalecido desde la variada gama de posibilidades que ofrece la biblioteca virtual

Estrategias de construcción y aplicación de conocimiento:

- Los ejercicios mecánicos descontextualizados de cualquier tipo de situación predominan en toda tarea e incluso en evaluaciones escritas. Es común observar guías y talleres con múltiples actividades de este estilo las cuales contienen pocas o ninguna situación asociada al enfoque profesional.

- Los docentes utilizan como estrategia la resolución de problemas, aunque alternada con ejercicios de tipo algorítmico. No se evidenció el uso de estrategias como el aprendizaje basado en problemas en los que se parte de una situación para construir conocimiento. Prima la solución de situaciones similares, dando poco lugar al establecimiento de situaciones inéditas.

- Al indagar con los participantes sobre situaciones contextualizadas a la región, no se hizo evidente la aplicación de los distintos contenidos vistos en matemática a un tema que aqueje o sea de interés para la población. Muchos de los problemas vistos contenían información relevante a otros países o a otras ciudades. Sin embargo, las problemáticas de la región de Sabana de Occidente no se abordaron en el desarrollo de los cursos que han tomado.

Estrategias de reflexión y evaluación de procesos:

- Frente a la evaluación, los resultados evidenciaron la ausencia de retroalimentación que permita mejorar los procesos y fortalecer las competencias adquiridas. En general, no se establecen criterios para evaluar que le posibilite al estudiante corregir las dificultades presentadas o potenciar los buenos resultados obtenidos. La evaluación es concebida por el docente como un recurso para calificar a los

Figura 7: MC Final elaborado pelo estudiante P15.

estudiantes, mediante una valoración cuantitativa. Si bien algunas dudas se logran solventar en el desarrollo de las tutorías presenciales, no ocurre lo mismo en las actividades de tipo evaluativo en el aula virtual. Al indagar con los participantes sobre la entrega de rúbricas de evaluación que sintetizan los criterios de evaluación para una actividad determinada, se puso de manifiesto que no se utilizan. Es de destacar el uso de herramientas externas al aula virtual como Thatquiz.

5. Discusión.

Los resultados de la investigación permiten concluir que los docentes de la unidad de ciencias básicas de la IES no han implementado de forma satisfactoria estrategias de enseñanza de la matemática mediadas por las TIC, que promuevan el desarrollo de habilidades de pensamiento matemáticas y a su vez, competencias profesionales en los estudiantes. La importancia de la matemática como actividad humana que se ha interesado siempre por la solución de situaciones problema en las cuales los objetos matemáticos evolucionan progresivamente en niveles mayores de complejidad y abstracción. Con la integración de las TIC, estos niveles de complejidad trascienden hasta convertirse en objetos de conocimiento tangibles, accesibles a la manipulación y posterior comprensión y asimilación (GARCÍA, 2011).

Es necesario transformar las prácticas docentes que permitan cambiar el paradigma tradicional que históricamente ha dominado la enseñanza de la matemática en las instituciones de educación superior centradas en la mecanización y en la ausencia de contextos.

El uso de la tecnología constituye un principio en la innovación educativa, puesto que permite el acceso a información y al desarrollo profesional durante toda la vida. Por tal razón, es necesario involucrar estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en implementación de las TIC y más aún en modelos de educación a distancia, que le posibiliten al estudiante movilizarse en distintos escenarios virtuales

contando con habilidades y destrezas para desarrollar y resolver problemas en distintos contextos mediante el uso eficiente de herramientas digitales.

6. Referencias

- ÁLVAREZ, M. Perfil del docente en el enfoque basado en competencias. *Revista electrónica educare*. Santiago del Estero, Argentina. v15, n4, pp. 99-107, 2011.
- ARAQUE, I; MONTILLA L; MELEAN, R.; ARRIETA X. Entornos virtuales para el aprendizaje: una mirada desde la teoría de los campos conceptuales. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. v13, n1, pp. 86-100, 2018. doi.org/10.14483/23464712.11721.
- ARNAU, L; ZABALA, A. 11 ideas clave como aprender y enseñar competencias. Edición 1ª. Editorial Grao. Barcelona, España. pp. 13-17, 2007.
- CANO, M. La evaluación por competencias en educación superior. *Revista de curriculum y formación del profesorado*. v12, n3, pp 1-16, 2008.
- FERNÁNDEZ, R; CARBALLOS, E; DELAVAUT, M. Un modelo de autoaprendizaje con integración de las TIC y los métodos de gestión del conocimiento. *Revista iberoamericana de educación a distancia*. v2, n11, pp. 137-149, 2008.
- GARCÍA, M; BENITEZ A. Competencias matemáticas desarrolladas en ambientes virtuales de aprendizaje: El caso de Moodle. *Revista formación universitaria*. México. v4, n3, pp. 31-41, 2011.
- GARCÍA, B; CORONADO, A; MONTEALEGRE, L. Formación y desarrollo de competencias matemáticas: una perspectiva teórica en didáctica de las matemáticas. *Revista Educación y pedagogía*. Medellín, Colombia. v23, n59, pp. 159-175, 2011.
- CHAVES, A. La educación a distancia como respuesta a las necesidades educativas del siglo XXI. *Revista Academia & virtualidad*. v10, n1, pp. 23-41, 2017.
- MARTÍNEZ, O; CÓMBITA, H; DE LA HOZ, E. Mediación de los objetos virtuales de aprendizaje en el desarrollo de competencias matemáticas

- en estudiantes de ingeniería. *Revista formación universitaria*. v12, n6, pp. 63-74, 2018.
- DIAZ, A. El enfoque de competencias en educación: Una alternativa o un disfraz de cambio. *Revista perfiles educativos*. México. v28. n111, pp 7-36, 2006.
- MEDINA, A; DOMINGUEZ, M; SÁNCHEZ C. Fundamentación de las competencias de los docentes mediante un diseño integrado de medios. *Revista científica*. Sao Pablo, Brasil. v10, n2, pp. 327-357, 2008.
- DUQUE, H; ARISTIZÁBAL, E; Análisis fenomenológico interpretativo. Una guía metodológica para su uso en la investigación cualitativa en psicología. *Revista pensando en psicología*. v15, n25, pp. 1-24, 2019. doi.org/10.16925/2382-3984.2019.01.03
- DURÁN, R. La Educación Virtual Universitaria como medio para mejorar las competencias genéricas y los aprendizajes a través de buenas prácticas docentes. Programa de doctorado de ingeniería de proyectos: Medio ambiente, seguridad, calidad y comunicación. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. 2015. Disponible en <https://www.tdx.cat/handle/10803/397710#page=1>. Visitado el 07-08-2020.
- ESCORCIA, R; GUTIERREZ, A; HENRIQUEZ, H. La educación superior frente a las tendencias sociales del contexto. *Revista educación y educadores*. v10, n1, pp. 63-74, 2007.
- FALCÓN, M. La educación a distancia y su relación con las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. *Revista Medisur*. Cienfuegos, Cuba. v11, n3, pp. 280-295. 2013.
- GARCIA, J. Modelo educativo basado en competencias: Importancia y necesidad. *Revista electrónica Actualidades educativas en educación*. Costa Rica. v11, n3, pp. 1-24. 2011.
- GONZÁLEZ, R; GONZÁLEZ, V. Competencias genéricas y formación profesional: Un análisis desde la docencia universitaria. *Revista iberoamericana*. Madrid, España. n47, pp 185-209, 2008.
- GRISALES, A. Uso de los recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. *Revista Entramado*. Manizales, Colombia. v14, n2, pp 198-214, 2018.
- MAS TORELLÓ, O. El profesor universitario: sus competencias y formación. *Revista de currículum y formación de profesorado*. Granada, España. v15, n3, pp. 195-211, 2011.
- MONTES DE LA OCA, N; MACHADO, E. Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la educación Superior. *Revista Humanidades médicas*. v11, n3, pp. 475-488, 2011.
- MORENO, T. Competencias en educación superior: Un alto en el camino para revisar la ruta de viaje. *Revista perfiles educativos*. México. v31, n124, pp 69-92, 2009.
- ORTEGA, M. Competencias emergentes del docente ante las demandas del espacio europeo de educación superior. *Revista española de educación comparada*. n16, pp 305-327, 2010.
- PEÑALOSA, E. Estrategias docentes con tecnologías: Guía práctica. <https://portafoliodigitalnancycorzo.files.wordpress.com/2018/04/libro-estrategias-docentes-con-tecnologc3adas-guc3ada>. Visitado el: 06-08-2020.
- RAMÍREZ, C. Diseño de herramientas que fomentan el aprendizaje de matemáticas con ayuda de Mathematica 10. *Revista Elementos*. n5, pp. 65-78, 2015.
- RESTREPO, J. Concepciones sobre competencias matemáticas en profesores de educación básica, media y superior. *Revista Redipe*. v6, n2, pp. 104-118, 2017.
- RICOY, C; FELIZ, TIBERIO; SEVILLANO, M. Competencias para la utilización de las herramientas digitales en la sociedad de la información. *Revista Educación XXI*. V13, n1, pp. 199-219, 2010.
- RODRÍGUEZ, A. Las competencias en espacio europeo de educación superior. *Tipologías*. Red de revistas científicas de América latina, el Caribe, España y Portugal. León, España. v6, pp. 139-153, 2007.
- SASA, L. Estrategias didácticas en tecnologías web para ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista de la facultad de ciencias de la educación*. v12,

- pp. 103-110, 2016.
- SEVILLANO, M. Competencias para el uso de las herramientas virtuales en la vida, trabajo y formación permanentes. Editorial Prentice-Hall.
- TRUJILLO, J. El enfoque por competencias y la mejora de la educación. Revista Ra Ximhai. La fuente, México. v10, n5, pp. 307-332, 2014.
- URIBE, R; DUQUE, N; MORENO, J. Propuesta para la mediación de la interactividad en ambientes de enseñanza-aprendizaje. Revista espacios. v39, n53, pp. 12-31. 2018.
- VEGA J; CÁRDENAS Y; NIÑO F. Enseñanza de las matemáticas básicas en un entorno e-learning: Un estudio de caso de la Universidad Manuela Beltrán virtual. Revista escuela de administración de negocios. Bogotá, Colombia. n79, pp. 172-185, 2015
- VILLAVECES, J. Las competencias matemáticas genéricas de los egresados de educación superior. Ministerio de Educación Nacional. 2008. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles189357_archivo_pdf_matematica_1C.pdf
- ZABALZA, M. El estudio de las buenas prácticas docentes en la enseñanza universitaria. Revista de docencia universitaria. v10. n1, pp. 17-42, 2012. doi.org/10.4995/redu.2012.6120





CAMBIANDO DE ROLES EN LA CLASE DE MATEMÁTICAS: POSIBILIDADES DESDE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA

CHANGING ROLES IN THE MATH CLASS: POSSIBILITIES FROM MATHEMATICS CRITICAL EDUCATION

MUDANDO PAPÉIS NA AULA DE MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES DA EDUCAÇÃO CRÍTICA MATEMÁTICA

Edna Paola Fresneda Patiño*

Cómo citar este artículo: Fresneda-Patiño, E. (2021). Cambiando de roles en la clase de matemáticas: posibilidades desde la Educación Matemática Crítica. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 399-414. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15025>

Resumen

En este artículo se presenta una discusión con relación al cambio en los roles del profesor y los estudiantes en una clase de matemáticas a partir de las posibilidades que ofrece la Educación Matemática Crítica y el enfoque metodológico de la Investigación Crítica. El objetivo es mostrar que los roles de los participantes en la clase cambian sustancialmente al posibilitar un escenario donde el estudio de situaciones sociales del contexto se convierte en el insumo de la actividad matemática. En este espacio, el docente no posee la autoridad y el dominio único sobre la clase, sino que los estudiantes se convierten en protagonistas de esta, mejorando sus procesos de comunicación, participación y consolidación de conocimientos dentro y fuera de las matemáticas. Para generar la discusión, se muestra el proceso de investigación realizado por un grupo de estudiantes de grado octavo que da cuenta de la interpretación de un modelo matemático establecido y su relación con el cuidado de sí: en el uso de la motocicleta; situación del contexto que posibilitó el desarrollo del escenario de aprendizaje. Allí, las matemáticas que los estudiantes construyen desde su trabajo autónomo, colaborativo y comprometido, donde el profesor actúa como un orientador, se convierten en una herramienta que permite tomar una postura frente a las situaciones que los involucra. Para matizar estas nuevas posibilidades que se dan en el aula, se realiza una caracterización de la competencia democrática a partir de dos elementos fundamentales: la alfabetización matemática —crítica— y el conocer reflexivo. Estas categorías teóricas que se pueden evidenciar en el desarrollo del escenario de aprendizaje se convierten en asuntos constitutivos que aportan a la formación ciudadana de los estudiantes con la premisa fundamental de contribuir a la consolidación de una sociedad más humana, democrática y justa; desde la clase de matemáticas.

Recibido: 13 de agosto de 2019; aprobado: 26 de junio de 2020

* Magister en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Secretaría de Educación Distrital, Colombia. Email: epfresnedap@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2086-6920>

Palabras Clave: Educación Matemática crítica. Competencia democrática. Alfabetización crítica. Conocer reflexivo. Escenarios de aprendizaje.

Abstract

It is presented a discussion in connection with role changes by the teacher and the students in a mathematics class, based on the possibilities offered by Critical Mathematical Education and the methodological approach of the Critical Investigation. The objective is to show those participant roles in the class change substantially when enabling a scenario to study social situations in the context as the axis of mathematical activity. In this space, the teacher does not have the authority and the only domain over the class but the students become protagonists of it, improving their processes of communication, participation, and consolidation of knowledge inside and outside of mathematics. To generate discussion, it shows the research process carried out by a group of eighth-grade students who present interpretations of an established mathematical model and its relation to self-care: in the use of the motorcycle; the situation of the context that made possible the development of the learning scenario. There, mathematics is built by students from their autonomous, collaborative, and committed work becomes a tool that allows them to take a position in front of the situations that involve them, also, the teacher acts as a counselor. To highlight these new possibilities occurring in the classroom, a characterization of democratic competition is made from two fundamental elements: Mathematical literacy (critical) and Reflective knowing. These theoretical categories can be evidenced into the learning scenario, become constitutive issues that contribute to the citizens' education of students with the fundamental premise of contributing to the consolidation of a more humane, democratic, and just society; from the math class.

Keywords: Mathematical education critical. Democratic competence. Critical literacy. Reflective knowing. Learning environment.

Resumo

Se apresenta uma discussão em relação à mudança nos papéis do professor e dos alunos em uma aula de matemática a partir das possibilidades oferecidas pela Educação Matemática Crítica e a abordagem metodológica da Investigação Crítica. O objetivo é mostrar que os papéis dos participantes de uma turma mudam substancialmente ao possibilitar um cenário em que o estudo das situações sociais no contexto se torna a entrada da atividade matemática. Neste espaço, o professor não possui a autoridade e o domínio único sobre a aula, mas os alunos tornam-se protagonistas, aprimorando seus processos de comunicação, participação e consolidação do conhecimento dentro e fora da matemática. Para gerar a discussão, mostramos o processo de pesquisa realizado por um grupo de alunos da oitava série, que dá conta da interpretação de

um modelo matemático estabelecido e sua relação com o autocuidado: no uso da motocicleta; situação do contexto que possibilitou o desenvolvimento do ambiente de aprendizagem. Lá, a matemática que os alunos constroem a partir de seu trabalho autônomo, colaborativo e comprometido, torna-se uma ferramenta que lhes permite assumir uma posição diante das situações que os envolvem, também, o professor atua como conselheiro. Para qualificar essas novas possibilidades que ocorrem na sala de aula, uma caracterização da competência democrática é feita a partir de dois elementos fundamentais: letramento crítico-matemático e saber reflexivo. Essas categorias teóricas que podem ser evidenciadas no desenvolvimento do ambiente de aprendizagem, tornam-se questões constitutivas que contribuem para a educação cidadã dos estudantes com a premissa fundamental de contribuir para a consolidação de uma sociedade mais humana, democrática e justa; a partir da aula de matemática

Palavras chave: Educação Crítica em Matemática. Competição democrática. Alfabetização crítica. Saber reflexivo. Ambientes de aprendizagem.

“Los estudiantes deben estar preparados a través de su educación matemática para investigar y criticar la injusticia, y para desafiar, en palabras y acciones, a estructuras y actos opresores, es decir, a “leer y escribir el mundo” con las matemáticas”
Eric Gutstein.

1. Introducción

Hace algún tiempo, viendo y viviendo la situación actual de mi país —Colombia—, empecé a preguntarme cómo desde mi quehacer como docente de matemáticas podía contribuir a que mis estudiantes criticaran, cuestionaran y reflexionaran las situaciones sociales del entorno que nos afectan de manera individual y colectiva. Guiada por estas intenciones e intereses, realicé mis estudios de Maestría, situada desde el enfoque de la Educación Matemática Crítica —EMC— en el cual encontré mucha afinidad con mis pensamientos y deseos en relación con los propósitos de mi clase de matemáticas en la comprensión y transformación de nuestra realidad social. En este sentido y considerando las preguntas abiertas que dejó mi tesis de maestría, recientemente culminada, que giró en torno al desarrollo de la competencia democrática en la clase de matemáticas (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018), —de la cual soy coautora y a la vez autora del presente

artículo—, quise explorar algunos elementos que quedaron en el tintero.

Aquí mí intención, es ahondar en uno de los aspectos que se resaltaron en el desarrollo de la investigación, —el cambio de roles entre estudiantes y docente, en la clase de matemáticas—, a partir del estudio de una situación social del entorno en el marco del montaje de un escenario de aprendizaje (SKOVSMOSE, 2012, GARCÍA, VALERO, CAMELO, 2013). Pensar la clase de matemáticas de otras maneras, es una de las intenciones que me mueve como docente e investigadora puesto que me inquieta la formación sociopolítica de mis estudiantes, que necesitan estar preparados para asumir los retos que están fuera de la escuela y que los afecta como individuos y ciudadanos. Estos propósitos resuenan y me identifican con las palabras de Gutstein (2006):

[...] los maestros y no sólo los maestros de matemáticas necesitan conceptualizarse como “transgresores”, ver su papel como parte de movimientos sociales más grandes y, explícitamente, intentar crear condiciones para que los jóvenes se conviertan en participantes activos de cambio en la sociedad (p.4).

Esta cita, junto con el epígrafe que pongo al inicio del artículo, han motivado las ideas que quiero discutir, gracias al conocimiento que he logrado antes, durante y después de finalizar mis estudios posgraduales. El objetivo es generar la discusión

sobre una experiencia que nos muestra que pensar la clase de matemáticas en función de la formación sociopolítica de nuestros estudiantes es posible y que el cambio en los roles de sus participantes propicia mejores procesos de enseñanza y aprendizaje, con un sentido más crítico. Para matizar esta idea, haré uso de uno de los episodios y algunas reflexiones suscitados en (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018) que se convierten en el insumo principal, junto con algunos referentes teóricos enmarcados en la EMC (SKOVSMOSE, 1999; SKOVSMOSE, VALERO, 2012; VALERO, ANDRADE, MONTECINO, 2015) y en el enfoque de la Investigación Crítica (VITHAL, 2000, 2004; SKOVSMOSE, BORBA, 2004; SKOVSMOSE, 2015) como referente metodológico que resuena con los propósitos de la investigación desde la perspectiva teórica asumida.

2. Marco de referencia

Empiezo exponiendo por qué mi afinidad con el enfoque teórico de la EMC, que se relaciona con la importancia de reconocer una visión sociopolítica de la educación matemática al prestar atención en cómo la sociedad hace uso de las matemáticas, teniendo en cuenta los cambios educativos, que han reclamado la necesidad de repensar, tanto en la investigación como en la práctica, la conexión existente entre educación, sociedad y política (SKOVSMOSE, VALERO, 2012). La EMC nos invita a entender que la educación matemática gira en torno a las preocupaciones frente a la justicia social y en contra de la exclusión y la supresión social, abriendo nuevas posibilidades para que los estudiantes aborden críticamente los usos de las matemáticas en todas sus formas y aplicaciones (SKOVSMOSE, 2014 citado por VALERO, ANDRADE, MONTECINO, 2015).

Aquí es fundamental reconocer que el conocimiento matemático y el conocimiento de las matemáticas escolares se imbrican en y con la sociedad en sus procesos políticos, históricos y sociales, es decir, nos involucran a todos, en todos los sentidos. Esta es una invitación a repensar la clase de matemáticas

alejándonos de su desarrollo meramente cognitivo, de investigar para ir más allá de la búsqueda de herramientas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. No basta solamente con aprender matemáticas, debemos propender por espacios en los que los estudiantes sepan cómo utilizarlas. Aquí se reconoce que la formación matemática de un ciudadano es fundamental para la vida democrática, por tanto, se requiere abrir espacios y considerar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas desde perspectivas que resalten su conexión con diversos fenómenos sociales y políticos que se dan en el aula y fuera de ella (SKOVSMOSE, VALERO 2012).

Bajo esta necesidad, la EMC entiende las matemáticas como un lenguaje o herramienta poderosa que produce realidades y da forma a los diversos aspectos de la sociedad, dado su poder formativo (VALERO, ANDRADE, MONTECINO, 2015). Desde la propuesta de (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018) con relación al desarrollo de la competencia democrática caracterizada por la alfabetización matemática —crítica— (SKOVSMOSE, 1999; GUTSTEIN, 2006) y el conocer reflexivo (SKOVSMOSE, 1997) fue posible vivenciar en la práctica la manera en que estas categorías teóricas les permiten a los estudiantes tomar una postura crítica frente a las situaciones sociales a partir del uso de las matemáticas. De esta investigación fue posible concluir que el desarrollo de esta competencia es un proceso evolutivo que nace en el estudio de una situación socialmente relevante para los estudiantes, que mueve sus intereses e intenciones y que los invita a involucrarse en un proceso de investigación donde ellos se convierten en los principales protagonistas.

Para lograr este propósito, es necesario concebir el salón de clase como un espacio de discusión y debate que posibilita la construcción de subjetividades, de ciudadanos con un hacer, sentir y actuar que trasciende de lo individual a lo social, y que permite pensar en el bienestar del otro y con el otro. Sin embargo, se debe reconocer que la educación matemática tal como se lleva a cabo en los salones de clase, con frecuencia está lejos de contribuir a la

vida democrática y a la formación sociopolítica de los estudiantes (SKOVSMOSE, VALERO, 2012). Por tal razón es necesario propiciar espacios en los que se privilegie la enseñanza de las matemáticas y su reconocimiento como una herramienta fundamental que empodera a los sujetos, aquí, la alfabetización matemática se convierte en una competencia necesaria para leer y escribir el mundo (GUTSTEIN, 2006). No se trata entonces de saber matemáticas y poseer conocimientos básicos para el mercado laboral o tareas específicas, se trata de poner esos conocimientos matemáticos en juego para cuestionar a las autoridades y poder hacer frente a la injusticia (SKOVSMOSE, 1999).

Para matizar un poco más la idea de la alfabetización matemática, entendemos que ésta es una condición para la emancipación social y cultural (SKOVSMOSE, 1997) y en contraste, Gutstein (2006, p. 5-6) plantea que según la manera en que la alfabetización matemática responda a las necesidades educativas y sociopolíticas de una sociedad, puede entenderse como —funcional o crítica—, porque influye de manera notoria en las políticas, prácticas y programas escolares de la educación matemática. La alfabetización funcional se refiere al conjunto de competencias que permiten desempeñarse adecuadamente dentro de una sociedad determinada, manteniendo el estatus quo y los intereses dominantes, sin dar lugar al cuestionamiento de las causas que perpetúan la injusticia y la opresión.

Mientras tanto, la alfabetización crítica implica acercarse al conocimiento de manera crítica y escéptica, cuestionando los intereses a los cuales responde y buscando explicaciones a los fenómenos e ideas circundantes. En palabras de Gutstein (2006), este tipo de alfabetización permite examinar la propia vida y la de los demás en relación con los contextos sociopolíticos e histórico-culturales de manera que, aunque también se busca adquirir o construir conocimiento, la alfabetización crítica es un acto político en tanto pretende ayudar a las personas a reconocer los aspectos opresores de la sociedad y así participar en la creación de un mundo más justo (MACEDO, 1994, citado por GUTSTEIN, 2006).

Esta premisa es la que anhelo llevar a mi aula de clase de matemáticas, para que los estudiantes tengan la posibilidad de generar cambios sustanciales en sus contextos propios desde las matemáticas. Así, la alfabetización crítica se relaciona con el conocer reflexivo, entendido como la competencia necesaria para estar en capacidad de tomar una posición justificada en una discusión sobre asuntos sociales y políticos, lo que quiere decir que se requiere de esta competencia general para reaccionar como sujetos críticos ante problemáticas actuales (SKOVSMOSE, 1999). No puede olvidarse que para alcanzar el conocer reflexivo se requiere de la conjugación de los conocimientos matemático y tecnológico, que surgen en el trabajo que se realiza en el ambiente propuesto en la clase a partir del estudio de una situación social.

Sin duda estos elementos en teoría nos permiten visualizar una esencia del aula de clase de matemáticas diferente, que sale de la rutina habitual en la que su desarrollo se enfoca en procesos cognitivos. Se requiere llevar a la práctica estas ideas, y esto implica un cambio en el ambiente de la clase, por eso se toma como referencia la propuesta de (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018) quienes desarrollaron el montaje de un escenario de aprendizaje (SKOVSMOSE, 2012; GARCÍA, VALERO, CAMELO, 2013) permitiendo un cambio a la clase habitual enmarcada en el paradigma del ejercicio donde el profesor está al mando —pues posee el conocimiento sobre las matemáticas— y los estudiantes siguen instrucciones, toman apuntes y resuelven ejercicios; evidenciando desinterés y poca motivación por el aprendizaje de las matemáticas, que se alejan de su contexto real.

Para propiciar este nuevo ambiente se toman los escenarios de investigación (SKOVSMOSE, 2012) que se caracterizan por ser situaciones particulares que tienen la potencialidad de promover un trabajo investigativo en el que se invita a los estudiantes a formular preguntas, a buscar explicaciones; proponiendo retos de exploración para que sean ellos quienes tomen el mando de su proceso de aprendizaje. Se requiere que la invitación sea atractiva

para los estudiantes, que convoque sus intereses e intenciones. Si esto sucede se da lugar a los escenarios de aprendizaje, donde el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas toman lugar en el aula de clase reconociendo la complejidad de las dimensiones de la vida social, económica, política y cultural de los individuos (ALRØ, SKOVSMOSE, VALERO, 2006).

Bajo esta idea, se requiere reconocer los antecedentes, porvenires, esperanzas y expectativas de futuro para reconocer las posibilidades de aprendizaje y oportunidades de vida de los estudiantes en relación con lo que se dispone en su contexto social y político (ALRØ, SKOVSMOSE, VALERO, 2006). Esto implica el reconocimiento de una situación social relevante que desencadene el proceso de investigación, generando un cambio en sus roles en el aula de clase, puesto que se convierten en agentes mucho más activos en su proceso de aprendizaje. Por su parte, el rol del profesor también cambia porque su imagen de autoridad se transforma ya que no hay soluciones únicas en la actividad matemática puesto que ahora depende de aquello que investiguen los estudiantes. El docente se sale de su zona confort, dando lugar al principio de incertidumbre, al generar un nuevo reto que implica estudiar e investigar a la par con los estudiantes de manera que se cuente con el conocimiento para orientarlos en su proceso de indagación de esa situación social elegida, aprendiendo juntos críticamente.

Ahora bien, el montaje el escenario de aprendizaje de acuerdo con (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018) surge del reconocimiento de una situación social de contexto de los estudiantes de acuerdo con la confluencia de varios elementos entre los que se destacan: primero, la cultura propia de los estudiantes de octavo, enmarcada en su diario vivir en un municipio de clima cálido en el que el uso de la motocicleta es muy frecuente. Segundo, al ser un municipio turístico y cercano a la ciudad de Bogotá, la visita de caravanas de motociclistas es frecuente, lo que permite observar motocicletas de distintos cilindrajes que llaman la atención de propios y visitantes. Tercero, la mayoría de los estudiantes

usan este medio de transporte para llegar al colegio y movilizarse a lugares aledaños del municipio. Cuarto, ha empezado a presentarse una creciente cultura de competencias ilegales en las que se han visto involucrados jóvenes y adultos del municipio. Estos hechos, sumados al deseo de los jóvenes por usar este medio de transporte, sin importar que los vehículos no estén en óptimas condiciones ni con los documentos vigentes, han generado numerosos accidentes de tránsito, donde los estudiantes se han visto involucrados, incluso con la pérdida de su vida. De acuerdo con este contexto, se planteó la situación del cuidado de sí: uso de la motocicleta como el asunto que permitiría el montaje del escenario de aprendizaje con el propósito de generar cambios sustanciales en la cultura habitual de la clase y por tanto propiciar el desarrollo de la competencia democrática. En este escenario se pueden visualizar tres escenas que muestran el proceso de indagación en el estudio de la situación social; el término escena hace referencia a los momentos que constituyeron el desarrollo del escenario de aprendizaje y que permiten diferenciar el transcurrir de las acciones que se configuraron de acuerdo con el quehacer de los estudiantes y el profesor durante el proceso de investigación. Para generar la discusión en este documento, se toma un episodio, que se entienden como un recorte espacio temporal de la información recolectada y que se constituye como una unidad o —fragmento— de análisis en la que es posible identificar declaraciones o evidencias de los estudiantes con relación al desarrollo de la competencia democrática y al cambio en la cultura de clase (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018).

3. Metodología de Investigación

Para llevar estas ideas novedosas a la práctica, se requiere de un enfoque metodológico que resuene con la perspectiva teórica de la EMC, que permita pensar y experimentar posibilidades de transformar las prácticas educativas ya existentes a partir de la organización y análisis de datos empíricos que están en constante cambio. Desde una perspectiva política

de la educación matemática es de interés imaginar situaciones nuevas en el aula, considerando aquello que en ella existe en busca de transformar no sólo la práctica sino también la investigación. Esta investigación empírica, entendida como la investigación de “lo que no es, pero podría ser” (SKOVSMOSE, 2015), busca explorar nuevas posibilidades a partir del reconocimiento de la subjetividad de los participantes y del contexto en el que se enmarca la situación que se investiga.

Al considerar la investigación dentro de un paradigma crítico y con un espíritu de transformación, no se acepta la idea de que se reconozcan previamente los cambios que puedan generarse, porque tales cambios incluyen un alto grado de incertidumbre y duda; que invitan al docente-investigador a salir de su zona de confort. De ahí, que este modelo de investigación se concentra no sólo en el material empírico obtenido de alguna situación que ha tenido lugar en de aula, sino que también presta atención a lo que pudo haber ocurrido, a lo que los participantes pudieron haber hecho, a las posibilidades y a todo aquello que pudo ser diferente (SKOVSMOSE, BORBA, 2004). Con esto, se procura explorar nuevas posibilidades educativas a partir del reconocimiento de diferentes situaciones que pueden abordarse desde la investigación, buscando la transformación de los procesos escolares.

Resulta fundamental considerar una metodología que genere elementos de análisis frente a lo que pensamos y nos gustaría realizar, a lo que sucede en la práctica cotidiana y, finalmente a lo que se puede generar entre estas dos situaciones (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018). En este sentido, desde una perspectiva sociopolítica de la enseñanza de las matemáticas se reconocen procesos de construcción que les permitan a los estudiantes ser y hacer con las matemáticas, de manera que les sea posible comprender y transformar su realidad. Así, desde la investigación crítica, el propósito de imaginar situaciones de enseñanza y aprendizaje resulta de la interacción constante entre la situación: actual, imaginada y dispuesta que se relacionan a través de los procesos de imaginación pedagógica,

organización práctica y razonamiento crítico (VITHAL, 2000, 2004, SKOVSMOSE, BORBA, 2004). Estos elementos y sus relaciones se presentan en el siguiente esquema.

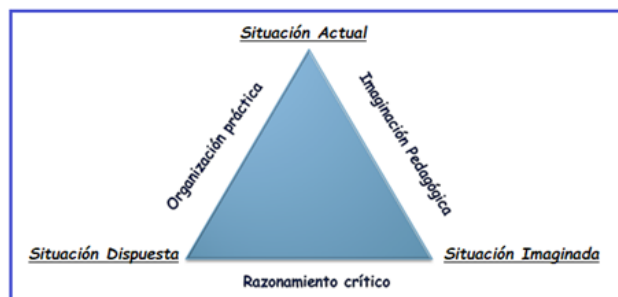


Figura 1. Situaciones y procesos que tienen lugar en la investigación crítica. Fuente: (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018).

La situación actual, es aquella que realmente existe en un aula y en una escuela, que se “limita a lo que es” en tanto que existe en el contexto de los estudiantes y requiere del reconocimiento de las normas y disposiciones de un sistema educativo específico, puesto que se encuentra situada en un contexto escolar. Se caracteriza por evidenciar rasgos problemáticos, que constituyen la pregunta de una investigación en el paradigma crítico, es decir, da vida al desarrollo de la investigación a partir del reconocimiento del contexto, sus participantes y sus problemáticas (VITHAL, 2000, 2004; SKOVSMOSE, BORBA, 2004; SKOVSMOSE, 2015).

La situación imaginada, hace referencia a la posibilidad de pensar la situación actual de una manera diferente, de acuerdo con las expectativas de los participantes en la investigación sobre lo que podría ser, con el propósito de dar respuesta a la pregunta de investigación. Aquí se considera la visión de las posibilidades y alternativas imaginadas por los distintos participantes de la investigación, e implica un alejamiento del escenario teórico que haga posible una reubicación en la práctica, buscando reformar o —transformar— elementos de la teoría y de ofrecer cambios a la situación actual (VITHAL, 2000, 2004; SKOVSMOSE, BORBA, 2004; SKOVSMOSE, 2015). La situación dispuesta, se entiende como una

alternativa a las dos situaciones anteriores en tanto que media entre ellas, ya que se encuentra reorganizada por los participantes de la investigación y limitada por las diferentes condiciones propias de la situación actual; en este sentido, es un producto de la cooperación y la negociación entre los participantes de la investigación, inspirado en la situación imaginada (VITHAL, 2000, 2004; SKOVSMOSE, BORBA, 2004; SKOVSMOSE, 2015). Desde la perspectiva de la investigación crítica las situaciones descritas juegan un papel fundamental en el cambio de la cultura de la clase de matemáticas, por ello es importante hacer énfasis en los procesos que las vinculan, propuestos por SKOVSMOSE y BORBA (2004) los cuales se explicitan a continuación.

La imaginación pedagógica, es el proceso que permite relacionar la situación actual y la situación imaginada, emerge como un acto creativo que hace posible pensar alternativas pedagógicas y educativas de forma diferente a partir del reconocimiento de las características de la situación actual en el contexto de los estudiantes (SKOVSMOSE, BORBA, 2004; SKOVSMOSE, 2015). La organización práctica, surge con el propósito de establecer una relación entre la situación actual y la situación dispuesta, por medio de tareas prácticas de planificación; en tanto que se reconoce que el contexto educativo puede limitar la imaginación pedagógica. La calidad de la organización lograda depende de la cooperación y negociación entre los participantes de la investigación que permite llevar al aula de clase las actividades prácticas que se han considerado desde la imaginación pedagógica (SKOVSMOSE, BORBA, 2004; SKOVSMOSE, 2015).

En tanto, el razonamiento crítico, es el proceso que posibilita la reflexión y se considera la viabilidad de la imaginación pedagógica junto con los elementos innovadores de la imaginación pedagógica. Este proceso analítico permite buscar, a través de la situación dispuesta, una mejor interpretación de la situación imaginada, permitiendo el análisis de las posibilidades que no han sido tenidas en cuenta y da lugar a la pregunta sobre “qué habría podido suceder si” (SKOVSMOSE, BORBA, 2004;

SKOVSMOSE, 2015).

Junto a las situaciones y procesos de la investigación crítica, se pone en juego la negociación, la deliberación, la cooperación y el trabajo colaborativo como elementos clave de este enfoque metodológico. Tales elementos permean el proceso de investigación, poniendo un énfasis especial en los procesos de interacción y participación de los sujetos que dan vida al desarrollo de la investigación dando lugar a la consideración de elementos teóricos y prácticos, que pueden ser nuevos y que aportan al enfoque metodológico. La razón de ser de la investigación crítica es, generar un diálogo para darle vida a posibles situaciones de enseñanza y aprendizaje, que aún no son lo que en realidad sucede en la mayoría de las aulas de matemáticas, y en donde se puede llevar a cabo las relaciones democráticas y el desarrollo de competencias críticas (VALERO, ANDRADE, MONTECINO, 2015).

En el desarrollo de la investigación se usaron de tres técnicas para la recolección y análisis de la información: observación participante (FLICK, 2004), entre-vista (KVALE, 2011) y análisis de videos (PLANAS, 2006). En la observación participante, el docente de aula era a su vez investigador-observador lo que permitía identificar elementos clave que se convirtieron en insumos en el desarrollo de la investigación. Aquí, se combinó el análisis de documentos, la participación directa, la observación y la retroalimentación para abordar las distintas posibilidades que ofrecía la investigación. Uno de los rasgos relevantes de esta técnica es que el investigador interviene de lleno en el campo observado, en tanto que hace parte de la comunidad objeto de investigación y no sólo en su rol como participante sino también por las ideas e intenciones que lleva consigo desde su visión sociopolítica (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018).

En cuanto a la entre-vista, permite comprender el mundo desde el punto de vista del sujeto, se pretende acercarse al mundo de “ahí afuera” y huir de entornos de investigación especializada para entender, describir y explicar “desde el interior” (KVALE, 2011). En relación, Skovsmose, Scandiuzzi, Valero

y Alrø (2008, p. 139) resaltan que

[...] Kvale (1996) desarrolla el concepto de entre-*vista*, como una conversación donde los involucrados “*ven juntos*” (entre-*ven*) y co-construyen ideas sobre temas seleccionados. Así que una *entre-*vista** es “una conversación espontánea cuyo propósito es obtener descripciones del mundo vital del entrevistado con respecto a la interpretación del significado de los fenómenos descritos” (p.5).

De este modo, la *entre-*vista** permite la construcción del conocimiento a través de la inter-acción entre el entrevistador y el entrevistado (KVALE, 2011). Esto es posible a partir de una conversación en la que emergen experiencias significativas de las personas, que buscan ser comprendidas al intentar entender el mundo desde su punto de vista —es decir, desde la perspectiva y con las palabras propias del entrevistado—, por lo que es óptimo que este hable “libremente”.

Finalmente, el análisis de videos propone un modelo de análisis de información que busca indagar entornos de aula y pautas de interacción que facilitan procesos de construcción de conocimiento matemático (PLANAS, 2006). Se reconoce la interacción social como un medio a través del cual se intercambian y reconstruyen significados matemáticos, por ello se plantea un modelo diferenciado dependiendo si la fuente de los datos en la interpretación del video o el contenido de la transcripción, lo cual depende de los aspectos relevantes para observar en la investigación. El modelo se ha pensado de manera suficientemente abierta, con el propósito de orientar procesos de investigación centrados en la exploración de pautas y hallazgos desde la interacción social. Por eso, las categorías de análisis no dependen del modelo sino de los intereses propios de cada investigador de acuerdo con el propósito y tema de investigación.

Para llevar a cabo estas técnicas de recolección y análisis de la información se usaron instrumentos que tenían utilidad para una o varias técnicas, entre ellos están: las videograbaciones, grabaciones de audio, transcripción de episodios, notas de campo y producciones de los estudiantes; los cuales permitían recolectar información en cuanto a las

interacciones dadas entre los estudiantes y su avance en el desarrollo de sus propios procesos de investigación, dando evidencias además del desarrollo de la competencia democrática y los cambios en la cultura de clase, las cuales se analizan desde las categorías específicas propuestas, donde estos instrumentos dejan ver suficientes hallazgos.

4. Resultados y discusión

Para la discusión que se desea generar se toma de (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018) uno de los episodios construidos que proviene del estudio del cuidado de sí: uso de la motocicleta, situación que desencadenó el proceso de investigación desarrollado por los estudiantes del curso 803 de la IED Ricardo Hinestrosa Daza ubicada en el municipio de La Vega, en Cundinamarca. El episodio seleccionado para evidenciar el cambio de roles del profesor y los estudiantes se titula: “encontrando la velocidad que lleva un vehículo, aplicando un modelo matemático establecido” (p. 111), que hace referencia a la interpretación de un modelo matemático para encontrar la velocidad a la que iba un vehículo, al hacer una frenada de emergencia.

Se toma como base este episodio, sustentado en la tesis de SKOVSMOSE (1999) en relación con la ejemplaridad la cual señala que es posible desarrollar una comprensión general, al concentrarse en —o dejarse absorber por— un ejemplo específico. Así, un estudio en profundidad de un fenómeno particular puede llevar a explorar los rasgos esenciales de un fenómeno global, pues la ejemplaridad permite construir puentes entre objetos de crítica focalizados, contenidos en una situación particular de clase y, objetos de crítica más amplios (p. XVIII). Es importante señalar que la ejemplaridad no busca simplificaciones sino la complejidad en situaciones particulares, puesto que lo general se puede comprender a través de lo particular. La educación basada en el principio de ejemplaridad debe despertar la curiosidad de los estudiantes y debe surgir de preguntas y problemas dirigidos a la aprehensión interdisciplinaria de los valores de la humanidad. La

posibilidad de que a través de un ejemplo específico podamos ser capaces de adentrarnos en profundidad en los asuntos matemáticos es justamente, lo que aquí se quiere mostrar.

En el episodio señalado, Juan David, Vanessa y Carla encontraron dos fórmulas relacionadas con la energía cinética y la energía de rozamiento que, al ser igualadas, y mediante el despeje de la variable v , permite encontrar un modelo para hallar la velocidad a la que se desplaza un vehículo si se conoce la longitud de la marca que deja el neumático en el asfalto, al realizar una frenada de emergencia. Los estudiantes se propusieron interpretar el modelo matemático para llevarlo a la situación del uso de la motocicleta, de manera que esa información les permitiera reflexionar en torno al exceso de velocidad y al cuidado de sí. En la siguiente transcripción, se puede observar el proceso de apropiación teórica que desarrollaron y la manera en que lo explicaron a sus compañeros para que ellos también lo pudieran comprender y aplicar a una situación específica.

Carla: Nosotros encontramos una fórmula que sirve para saber a qué velocidad iba un vehículo midiendo la marca que deja al frenar $v = \sqrt{2 \times g \times d \times \mu}$

Juan David: Queremos explicarles en qué consiste la fórmula que encontramos y para qué sirve.

Vanessa: El 2 es un valor específico.

Carla: La g es la gravedad, la cual tiene un valor específico que es 9.81 m/s^2 . Eso es una constante.

Vanessa: La d , es la distancia de la marca que dejó el vehículo cuando frenó.

Carla: La μ es el coeficiente de rozamiento; para esto utilizamos la tabla de coeficientes de rozamiento. Y esto sería lo que necesitamos saber para hallar la velocidad.

Juan David: Les vamos a explicar cómo funciona la fórmula [dirigiéndose con Carla al tablero].

Vanessa: Nos dimos cuenta que en la fórmula siempre hay que multiplicar 2 por la gravedad, entonces siempre vamos a tener como resultado $19,62 \text{ m/s}^2$ y esto lo multiplicamos por la distancia y por el coeficiente de rozamiento, así es más rápido [Ver Figura 2].

Carla: Les vamos a mostrar un ejemplo con un coeficiente de rozamiento de 0,3, que es para un neumático

viejo y asfalto mojado y una marca de frenado de 10m [realizan el procedimiento en el tablero].

Vanessa: Esto significa que, si vamos en un vehículo con neumáticos viejos en una carretera con asfalto mojado, a una velocidad de 14,55 km/h y frenamos en seco, el vehículo se desplazará aproximadamente 10 m [Ver Figura 3].

Sergio: ¿Será que sí, porque 14 km/h es muy despacio? Yonier: Pero es que el piso está liso.

Carla: Y es un neumático viejo.

Sergio: Hay que tener en cuenta que el coeficiente de rozamiento para estas características es entre 0,3 y 0,4 y ellos tomaron el menor valor, 0,3.

Alexandra: No entiendo de dónde se toman esos coeficientes de rozamiento, ¿eso de dónde sale?

Vanessa: Ya hay una tabla que indica los valores de los coeficientes de rozamiento de acuerdo con unas características específicas.

Juan David: La idea es que ahora nosotros les demos unos valores de distancias y coeficientes de rozamiento y ustedes calculen la velocidad a la que iba el vehículo, por filas, puede ser.

Carla: Teniendo en cuenta que los coeficientes de rozamiento se presentan en la tabla como dos valores, tomaremos el valor de la mitad. Por ejemplo, si el coeficiente está entre 0,3 y 0,4 tomaremos 0,35.

Vanessa: De acuerdo con los siguientes datos, cada fila debe calcular la distancia a la que iba el vehículo [escriben la información en el tablero].

Sergio: Entonces fila 1 hace el ejercicio para neumático viejo asfalto seco con coeficiente de rozamiento 0,5; fila 2 neumático viejo asfalto mojado con coeficiente de rozamiento 0,35; fila 3 neumático nuevo asfalto seco con coeficiente de rozamiento 0,8 y fila 4 neumático nuevo asfalto mojado con coeficiente de rozamiento igual a 0,5.

Juan David: Y el valor de la distancia o marca de frenado lo pone cada uno.

Vanessa: Compañeros, intenten realizar la actividad y nosotros vamos pasando a sus puestos a resolver las dudas que ustedes tengan [Ver Figura 4].

Transcripción 1. Interpretación y aplicación de un modelo matemático dado.

En la transcripción de este episodio y en las imágenes

tomadas de la socialización de su proceso de investigación, es interesante notar la manera en que se empoderaron de su actividad no sólo como investigadores, sino con las matemáticas mismas. Se evidencia la apropiación de su trabajo y muestran un gran dominio que les permitió asumirse como líderes de la clase guiando la práctica de usar el modelo matemático encontrado en relación con la situación específica del uso de la motocicleta. Desde la propuesta de la investigación es gratificante notar que el espacio que se propuso en la clase de matemáticas generó grandes cambios en la actividad de los estudiantes que se evidencian no solo en los procesos comunicativos, participativos, de trabajo en equipo, de reconocimiento y uso de las matemáticas; sino además en la manera como ahora conciben el salón de clase, un espacio abierto a la discusión y el diálogo sobre situaciones del contexto, a la luz de las matemáticas.

En el proceso que los llevó a este punto de su investigación, los estudiantes mostraron una exhaustiva consulta y un estudio juicioso para lograr la interpretación y comprensión de los elementos matemáticos que constituían el modelo, con el propósito de aplicarlo en la situación específica que se estaba investigando. Esta información matemática que encontraron mostraba un gran potencial para el desarrollo de la investigación —elementos que hacían parte de la situación imaginada, que para su desarrollo requería del proceso de imaginación pedagógica y organización práctica—, (SKOVSMOSE, BORBA, 2004). Sin embargo, para lograr lo deseado fue necesario un trabajo conjunto y comprometido de los estudiantes y además de la orientación del docente —Sergio— quien fue el encargado de guiarlos en la interpretación del modelo de manera que no desistieran de ese interesante trabajo.

Durante el desarrollo de las sesiones de clase se continuaba viendo el interés en los estudiantes por apropiarse del modelo matemático, aunque en ocasiones se sentían desmotivados porque no lograban comprender los elementos que lo constituían. Aquí, la labor del docente cobró sentido, porque el propósito no era darles el conocimiento a sus estudiantes

sino guiarlos con preguntas y observaciones por el camino que los conduciría a la comprensión que ellos anhelaban. No solo se trataba del saber matemático en sí mismo sino de la posibilidad de darle sentido en la situación social relacionada con el exceso de velocidad y su incidencia en el cuidado de sí. Por eso, luego de una labor comprometida, de negociación, cooperación y deliberación, en la transcripción que se presenta, se evidencia el fruto del proceso de Juan David, Carla y Vanessa, lo cual deja ver rasgos de la situación imaginada que se hicieron reales en la situación dispuesta (SKOVSMOSE, BORBA, 2004; SKOVSMOSE, 2015).

En este episodio, el grupo presenta los resultados de su investigación a sus compañeros explicando cada uno de los elementos que constituyen el modelo matemático y su relación con la situación del uso de la motocicleta y el exceso de velocidad. Ellos han logrado un dominio por el proceso de estudio, en el que hicieron varios ejemplos con distintos factores para poder comprender con mayor claridad lo que sucedía con esos valores matemáticos y su significado en la situación. Su propósito era compartir esa información a sus compañeros, pero no solamente para que la escucharan, sino para que ellos también pudieran usarla y comprenderla en la situación real. Se evidencia una apropiación de los elementos matemáticos que allí emergieron gracias al trabajo grupal y para transmitirlos hicieron uso de herramientas como la presentación de Power Point y el tablero (Ver Figura 2 y 3), logrando la atención y cooperación de sus compañeros en el desarrollo de la actividad.

En el análisis que hicieron frente a los coeficientes de rozamiento, en el que reconocían de un lado las condiciones de la vía —asfalto seco o mojado— y de otro las condiciones del vehículo —neumático viejo o nuevo—, se posibilitó el logro de una mayor comprensión de la utilidad del modelo con relación al uso de la motocicleta y el cuidado de sí (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018). Allí se requería de la comprensión de algunos elementos propios del modelo matemático como: la gravedad, los coeficientes de rozamiento, la distancia y por su puesto

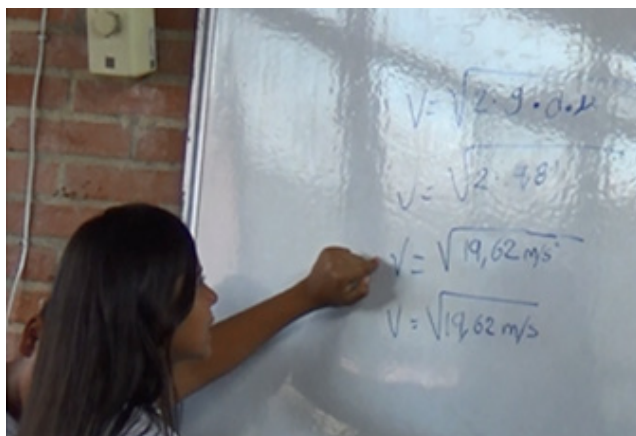


Figura 2. Generalización con los datos del modelo. Fuente: (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018).

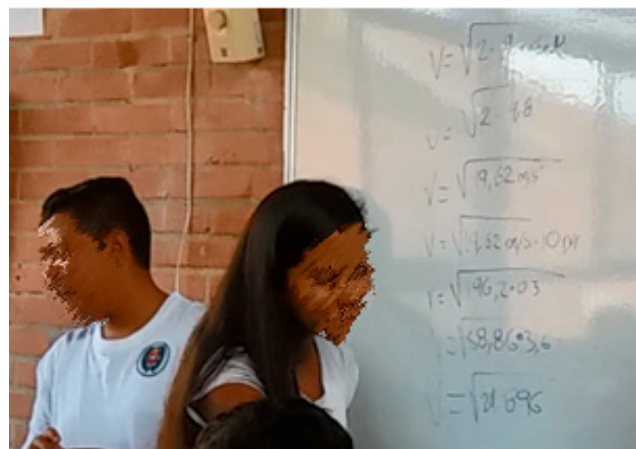


Figura 3. Ejemplo de aplicación de los datos del modelo. Fuente: (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018).

las relaciones y operaciones matemáticas que se ponen en juego para encontrar el valor de la incógnita, que para el caso tenía que ver con la velocidad a la que iba el vehículo (Retomar la Transcripción 1). Sin duda este trabajo muestra una perspectiva totalmente diferente de la clase habitual de matemáticas, que es posible lograr desde la propuesta de ambientes de aprendizaje novedosos. Esta fue una puesta en escena muy importante por parte de este grupo, —gracias al liderazgo y empoderamiento de su rol como investigadores—, y la respuesta de sus compañeros también lo fue, en el sentido en que participaron activamente en la propuesta con el fin de avanzar juntos en la comprensión de la situación desde otro punto de vista. Esto deja ver rasgos de

la competencia democrática (SKOVSMOSE, 1997, 1999, FRESNEDA, SARMIENTO, 2018) pues el salón de clase se abrió al debate y la discusión sobre asuntos que convocan la atención de los participantes y permiten que las ideas y los argumentos de todos sean escuchados y usados en beneficio de los objetivos de la clase y de los nuevos significados que son otorgados a la situación social estudiada. Este nuevo panorama en la clase permite ver cómo el montaje del escenario de aprendizaje (SKOVSMOSE, 2012; GARCÍA, VALERO, CAMELO, 2013) propicia cambios significativos, en la medida en que no es el docente quien posee el control absoluto de la clase, es decir, se observan cambios en las relaciones de poder. Ahora los estudiantes —están al mando—, tienen la iniciativa y dirigen las actividades, pues están en capacidad de resolver las dudas de sus compañeros porque con su proceso de estudio han logrado un dominio del modelo matemático (Ver figura 4). Se reconoce que el docente no tiene el control, sino que actúa como un orientador para que ellos excaven las matemáticas que pueden dotar de significado el estudio de las situaciones sociales que se encuentran en el contexto. El docente sale de su zona de confort y posibilita espacios y condiciones para que los estudiantes sean un tanto, más autónomos en la construcción de su conocimiento, dotando de sentido las matemáticas que allí emergen. Esto resulta ser un gran avance hacia el desarrollo de la competencia democrática porque al reconocer esos elementos matemáticos que permiten estudiar y analizar la situación, es posible tomar decisiones pensando en el cuidado de sí cuando se usa una motocicleta. Se evidencia el papel fundamental de la alfabetización matemática —con un sentido crítico, no funcional— (GUTSTEIN, 2006) que les permite a los estudiantes leer el mundo con las matemáticas y ser reflexivo frente a sí mismo y a los otros, en este asunto que pone en juego la vida de las personas. Las matemáticas en esta clase dejan de ser un conocimiento aburrido que se debe aprender, para convertirse en una herramienta para pensar, hacer y actuar frente a las situaciones del entorno. Para el caso, las matemáticas tienen que



Figura 4. Solución de dudas sobre la aplicación del modelo. Fuente: (FRESNEDA, SARMIENTO, 2018).

ver con la energía cinética y energía de rozamiento, y las diversas variables, operaciones y relaciones que entre ellas se generan.

Además, el conocer reflexivo (SKOVSMOSE, 1999) se hace evidente en los estudiantes cuando desde su investigación afirman: *“esto significa que, si vamos en un vehículo con neumáticos viejos en una carretera con asfalto mojado, a una velocidad de 14,55 km/h y frenamos en seco, el vehículo se desplazará aproximadamente 10 metros”*, aunque esta no parece una velocidad muy alta, el resultado radica en que se consideran las condiciones más complejas. Todas estas situaciones dificultan la maniobrabilidad del conductor, lo que genera grandes probabilidades de que se produzca un accidente. Las matemáticas, el trabajo conjunto, la orientación del profesor, los cuestionamientos de sus compañeros y el proceso que han realizado desde su rol como investigadores les permiten estar en capacidad de tomar una posición justificada en la discusión, para reaccionar ante la problemática estudiada.

Sin lugar a duda, es importante tomar situaciones del contexto real de los estudiantes, pues es uno de los elementos que posibilita cambios en la cultura habitual de la clase, ya que estudiantes reconocen la manera en que las matemáticas se convierten en una herramienta útil para enfrentar las situaciones que tienen lugar fuera del aula y la escuela, como se observa en las declaraciones de las estudiantes en la siguiente transcripción.

Yuleidy: En la clase de matemáticas que trabajamos

sobre una situación real fue muy interesante porque nos auto exigíamos aún más en aprender nosotros externamente, era llegar a la casa a investigar más, buscar ecuaciones, fórmulas u otras cosas que nos sirvieran para avanzar, y aquí en el colegio lo complementamos con los demás compañeros y con lo que el profesor sabe para orientar el trabajo. Eso era lo que más nos gustaba.

Carla: A mí me gustaría que las clases se trabajaran con situaciones reales, porque yo creo que uno así viviendo la situación ya tiene más conciencia para decidir. Lo que hacemos aquí nos sirve para lo que vamos a vivir fuera del colegio.

Transcripción 2. Fragmento de entrevista con estudiantes de 803.

Seguramente estos hallazgos no se dan en todos los casos, pero es un buen indicio para continuar ahondando en propuestas desde un enfoque sociopolítico de la educación matemática. Esta apropiación lograda en la clase de matemáticas no solo deja ver un cambio en los roles de los participantes —muy positivo y emancipador— que permite que los estudiantes le encuentren sentido a las matemáticas que aprenden, sino que además posibilita ver la importancia de una educación matemática con un enfoque político en la formación de nuestros estudiantes como ciudadanos críticos del mundo que los rodea. En (FRESNEDA, SARMIENTO, ROMERO, 2018) y (FRESNEDA, SARMIENTO, ROMERO, 2019)

es posible encontrar otros episodios con relación a algunas problemáticas que inciden en el cuidado de sí: uso de la motocicleta a través del montaje del escenario de aprendizaje, que propició grandes cambios en la rutina habitual de la clase de matemáticas y por supuesto en los roles del docente y los estudiantes; mostrando, además, evidencias del desarrollo de la competencia democrática.

5. Consideraciones finales

Con el desarrollo de esta experiencia se muestra que es posible propiciar cambios en los roles de los participantes en la clase de matemáticas al considerar, primero, el montaje de escenarios de aprendizaje que posibiliten el estudio de situaciones sociales que convoquen el interés de los estudiantes y que cambien la rutina de la clase usual. Segundo, permitir el trabajo conjunto, negociado y cooperativo en el que los estudiantes tomen el rol de investigadores generando sus propios procesos de aprendizaje. Tercero, posibilitar que el docente salga de su zona de confort y oriente las consultas de los estudiantes guiándolos al encuentro con las matemáticas y no imponiéndolas en su clase. Cuarto, reconocer que el docente no posee el conocimiento absoluto sobre las matemáticas y que puede aprender a la par con sus estudiantes al estudiar situaciones de la realidad. Quinto, motivar a los estudiantes para que tomen el control sobre su proceso de aprendizaje para que se apropien de las matemáticas con un reconocimiento de su significado en situaciones sociales que luego enfrentarán fuera de la escuela. Al abrir espacios dinámicos de discusión en la clase de matemáticas, en torno al estudio del uso de la motocicleta y su relación con el cuidado de sí, se da lugar al desarrollo de la competencia democrática porque se escuchan las voces de todos, se respetan las ideas y se construyen nuevos argumentos que provienen de un trabajo en equipo para tomar postura frente una problemática específica. Allí, tanto la alfabetización matemática —crítica— como el

conocer reflexivo se convierten en elementos fundamentales para que los estudiantes puedan leer y escribir el mundo con las matemáticas (GUTSTEIN, 2006) siendo reflexivos y críticos para tomar decisiones frente a las distintas problemáticas de carácter social, político, económico y cultural que suceden en su entorno y que los afectan de manera individual y colectiva. Poner en juego estos elementos en el salón de clase implica un proceso de cambio y una apuesta a la incertidumbre, donde la labor del docente-investigador es fundamental para orientar el desarrollo de la investigación de los estudiantes para que puedan aproximarse a la consolidación de la respuesta a su pregunta u objeto de indagación. La investigación crítica permite imaginar distintas posibilidades en la investigación y da mayores opciones de pensamiento y acción frente aquello por lo que luchamos los profesores-investigadores que asumimos en enfoque sociopolítico de la educación matemática. Nuestro propósito es propiciar escenarios para que los estudiantes construyan mejores herramientas para entender y actuar en un mundo lleno de injusticias que necesita de su empoderamiento para buscar la transformación y el bienestar de y para todos. Investigar lo inesperado, genera cierta incertidumbre, pero más que eso, abre la posibilidad a pensarnos y concebir la escuela de otras maneras en las que los estudiantes reconozcan lo poderosas que son las matemáticas como herramienta que nos permite comprender el mundo y lo que en él sucede. Aquí es posible repensar la educación matemática desde un enfoque más dinámico donde los estudiantes sean los protagonistas y generen aprendizajes para la vida, con las matemáticas.

Finalmente, al escuchar las voces de los estudiantes, se reconoce la importancia de estudiar las matemáticas en situaciones propias del contexto porque al explorarlas en la escuela se construyen argumentos para tomar decisiones sobre asuntos que fuera de este espacio serán fundamentales en los distintos aspectos sociales, económicos y políticos que convocan a todos los ciudadanos. Ahondar en este

Figura 7: MC Final elaborado pelo estudiante P15.

tipo de experiencias implica un alto grado de compromiso tanto de los estudiantes como del docente orientador, para despertar el interés de todos los participantes de la investigación, de manera que sea posible trascender en el proceso educativo aportando a los porvenires y perspectivas de futuro de los estudiantes. Apostarle a estos retos y desafíos desde la clase de matemáticas propicia herramientas para la formación ciudadana de nuestros estudiantes, que es necesaria y fundamental para enfrentarnos a las diversas dinámicas de nuestro país, donde por años la equidad, la democracia y la justicia han sido un sueño, una utopía.

6. Referências

- ALRØ, H.; SKOVSMOSE, O.; VALERO, P. Researching Multicultural Mathematics Classroom through the Lens of Landscapes of Learning. *Nordic Studies in Mathematics Education*, Denmark, 13(2), pp. 329-336. 2006.
- FRESNEDA, E.; SARMIENTO, S. El desarrollo de la competencia democrática en la clase de matemáticas. Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018.
- FRESNEDA, E.; SARMIENTO, S.; ROMERO, J. Desarrollo de la competencia democrática en la clase de matemáticas. Presentado en el Sexto Congreso Internacional de Etnomatemática: Saberes, Diversidad y Paz, Medellín, Colombia, 2018.
- FRESNEDA, E.; SARMIENTO, S.; ROMERO, J. La competencia democrática en la clase de matemáticas: ¿Cuánto se tarda en desaparecer el alcohol del cuerpo? XV Conferencia Interamericana de Educación Matemática, Colombia. 1-9, 2019.
- FLICK, U. Introducción a la investigación cualitativa. Ediciones Morata. Madrid: España, 2004.
- GARCÍA, G.; VALERO, P.; CAMELO, F. Escenarios y ambientes educativos de aprendizaje de las matemáticas. Constitución de subjetividades en educación matemática elemental. En GARCÍA, G.; VALERO, P.; SALAZAR, C.; MANCERA, G.; CAMELO F.; ROMERO, J. (Eds.). *Procesos de Inclusión/Exclusión. Subjetividades en Educación Matemática*. Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá: Colombia, 2013. pp. 43-76.
- GUTSTEIN, E. *Reading and Writing the World with Mathematics. Towards a Pedagogy for Social Justice*. Routledge-Taylor & Francis Group. New York: United States, 2006.
- KVALE, S. *InterViews. An Introduction to Qualitative Research Interviewing*. Thousand Oaks, CA: Sage, 1996.
- KVALE, S. *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Ediciones Morata. Madrid: España, 2011.
- PLANAS, N. Modelo de análisis de videos para el estudio de procesos de construcción de conocimiento matemático. *Educación matemática*, México, 18(001), pp. 37-72. 2006.
- SKOVSMOSE, O. Competencia democrática y conocimiento reflexivo en matemáticas. *Revista EMA*, Bogotá, 2(3), pp. 191-216. 1997.
- SKOVSMOSE, O. *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Uniandes. Bogotá: Colombia, 1999.
- SKOVSMOSE, O. Escenarios de investigación. En VALERO, P.; SKOVSMOSE, O. (Eds.). *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. Uniandes. Bogotá: Colombia, 2012. pp. 109-130.
- SKOVSMOSE, O. *Pesquisando o que não é, mas poderia ser*. En LOPES, C.; D'AMBROSIO, U. (Eds.). *Vertentes da Suversão na Produção Científica em Educação Matemática*. SP: Mercado das Letras. Campinas: Brasil, 2015. pp. 63-90.
- SKOVSMOSE, O.; ALRØ, H.; SILVÉRIO, A.; SCANDIUZZI, P.; VALERO, P. "Antes de dividir, se tiene que sumar". 'Entre-vistar' porvenires de estudiantes indígenas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, Colombia, 1(2), pp. 111-136. 2008.
- SKOVSMOSE, O.; BORBA, M. *Research Methodology and Critical Mathematics Education*. In VALERO, P.; ZEVENBERGEN, R. (Eds.). *Researching*

the Socio-Political Dimensions of Mathematics Education. Springer. United States, 2004. pp. 207-226.

- SKOVSMOSE, O.; VALERO, P. Rompimiento de la neutralidad política: El compromiso crítico de la educación matemática con la democracia. En VALERO, P.; SKOVSMOSE, O. (Eds.). Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Uniandes. Bogotá: Colombia, 2012. pp. 1-23.
- VALERO, P.; ANDRADE, M.; MONTECINO, A. Lo político en la educación matemática: de la educación matemática crítica a la política cultural de la educación matemática. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática

Educativa. Ciudad de México, 18(3), pp. 287-300. 2015.

- VITHAL, R. Re-searching Mathematics Education from a Critical Perspective. In: BIENNIAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS EDUCATION AND SOCIETY. Montechoro, Portugal. En prensa, 2000.
- VITHAL, R. Methodological Challenges for Mathematics Education Research from a Critical Perspective. En VALERO, P.; ZEVENBERGEN, R. (Eds.). Researching the Sociopolitical Dimensions of Mathematics Education: Issues of Power in Theory and Methodology. Kluwer academic publishers. Dordrecht: Netherlands. 2004. pp. 227-248.





MÉTODO DE APRENDIZAGEM COOPERATIVA CO-OP CO-OP NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA POSSIBILIDADE PARA O ESTUDO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS

Co-Op Co-Op COOPERATIVE LEARNING METHOD IN THE TEACHING OF CHEMISTRY: A POSSIBILITY FOR THE STUDY OF ORGANIC FUNCTIONS

MÉTODO DE APRENDIZAJE COOPERATIVO Co-Op Co-Op EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: UNA POSIBILIDAD PARA EL ESTUDIO DE LAS FUNCIONES ORGÁNICAS

Raimundo Kauê Monteiro Furtado*, Leonardo Baltazar Cantanhede**,

Severina Coelho da Silva Cantanhede***

Cómo citar este artículo: Furtado, R.K.; Cantanhede, L.B.; Da Silva, S.C. (2021). Método de aprendizagem cooperativa co op-co op no ensino de química: uma possibilidade para o estudo de funções orgânicas. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 415-428. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16203>

Resumo

A Química geralmente é vista pelos alunos como uma disciplina de difícil aprendizado. Isso pode ser atribuído, muitas vezes, pela forma como o conteúdo químico é ministrado pelo professor, pois, quase sempre, as estratégias de ensino utilizadas são aquelas em que o conteúdo ministrado é pouco contextualizado. Como consequência, os alunos assumem uma posição passiva na aprendizagem e a teoria se distancia da prática. Torna-se necessária, então, a utilização de estratégias ou metodologias de ensino que propiciem uma maior participação do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, os métodos cooperativos de aprendizagem podem assumir esse papel no ensino de Química, além de favorecer o desenvolvimento de habilidades interpessoais. Neste trabalho, buscou-se verificar as contribuições do método de aprendizagem cooperativa Co-Op Co-Op no processo de ensino-aprendizagem para o conteúdo químico Funções Orgânicas, em uma turma do 3º ano do ensino médio. Para tanto, foram aplicados questionários no formato Likert, com o objetivo de verificar tanto o aprendizado do conteúdo químico, como o desenvolvimento socioeducacional dos alunos. Os resultados apontam que cerca de 64% dos alunos conseguiram assimilar melhor o conteúdo químico trabalhado, além do desenvolvimento de habilidades sociais, como o relacionamento aluno-aluno e professor-aluno.

Palavras Chave: Aprendizagem Cooperativa. Co-Op Co-Op. Funções Orgânicas.

Recibido: 25 de abril de 2020; aprobado: 19 de octubre de 2020

* Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Codó, Maranhão, Brasil. E-mail: kauemonteiro09@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0931-2513>

** Doutor em Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Codó, Maranhão, Brasil. E-mail: leonardo.cantanhede@ifma.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9532-5566>

*** Mestre em Ensino de Química, Universidade Federal do Maranhão, Campus Codó, Maranhão, Brasil. E-mail: severina.cantanhede@ufma.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7963-932X>

Abstract

Chemistry is generally seen by students as a difficult-to-learn discipline. This can be attributed principally to the way content is usually presented by teachers, because, almost always, the teaching strategies are those in which the content is little contextualized. As a consequence, students take a passive position in learning and theory is far from practice. Then, it becomes necessary to use teaching methodologies providing greater participation to the students in the teaching-learning process. In this context, cooperative learning methods can assume this role in Chemistry teaching, besides, developing interpersonal skills. We verify contributions of the Co-Op Co-Op cooperative learning method in the teaching-learning process for the content of organic functions, in a class of eight-grade. Therefore, questionnaires were applied in the Likert format, to verify both the learning of the chemical content and the socio-educational development of the students. Results show that approximately 64% of the students were able to better assimilate the chemical content studied, in addition to the development of social skills, such as the student-student and teacher-student relationship.

Keywords: Cooperative Learning. Co-Op Co-Op. Organic Functions.

Resumen

Los estudiantes generalmente ven la química como una disciplina difícil de aprender. Esto se puede atribuir, muchas veces, a la forma en que el docente enseña el contenido químico, porque, casi siempre, las estrategias de enseñanza utilizadas son aquellas en las que el contenido enseñado está poco contextualizado. Como consecuencia, los estudiantes adoptan una posición pasiva en el aprendizaje y la teoría se aleja de la práctica. Se hace necesario, entonces, utilizar estrategias o metodologías de enseñanza que proporcionen al alumno una mayor participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este contexto, los métodos de aprendizaje cooperativo pueden asumir este papel en la enseñanza de la Química, además de favorecer el desarrollo de habilidades interpersonales. En este trabajo, verificamos las contribuciones del método de aprendizaje cooperativo Co-Op Co-Op en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el contenido de funciones orgánicas, en una clase del tercer año de la escuela secundaria. Para esto, se aplicaron cuestionarios en formato Likert, con el objetivo de verificar tanto el aprendizaje del contenido químico como el desarrollo socioeducativo de los alumnos. Los resultados muestran que aproximadamente el 64% de los estudiantes asimilaron de mejor manera el contenido químico, además del desarrollo de habilidades sociales, como la relación estudiante-estudiante y maestro-estudiante.

Palabras clave: Aprendizaje cooperativo, Co-Op Co-Op, Funciones orgánicas.

1. Introdução

O professor de Química é frequentemente rejeitado por alunos que não conseguem entender a razão de precisarem aprender os conteúdos químicos. Isso ocorre devido a muitos problemas no ensino de Química, como: a ausência da contextualização dos conteúdos (FERREIRA, HARTWIG, OLIVEIRA, 2010), o distanciamento entre teoria e prática (SALVADGO, LABURÚ, 2009) e a não interdisciplinaridade (CARDOSO, 2014). Outro problema é a excessiva preocupação dos professores com a transmissão dos conteúdos, com ênfase na memorização de fórmulas, conceitos e símbolos. Essa situação faz com que muitos alunos não consigam fazer relação dos conteúdos estudados em sala de aula com o seu dia-a-dia e, como consequência, passam a rejeitar o professor de Química, piorando ainda mais a situação de ensino e aprendizagem da disciplina (PAZ et al, 2010). Assim, para que o ensino de Química se torne algo significativo na vida do aluno, é necessário que haja contextualização dos conteúdos, ou seja, o professor deve estabelecer uma relação daquilo que está sendo ensinado com a vivência diária do aluno. Segundo BEDIN e DEL PINO,

Esta ação faz com que os alunos percebam a química do Ensino Médio para além de uma simples matéria, conjecturando-a como um constructo de vida presente em tudo aquilo que existe e coexiste com seu contexto, desenvolvendo conscientização reflexiva, argumentação crítica e desejo em desempenhar ações que sustentam a própria criatividade e curiosidade (BEDIN e DEL PINO, 2018, p. 350)

Apesar de ser um conhecimento desenvolvido empiricamente, é esse contato com situações cotidianas, que servirá de propulsor inicial para que o conhecimento científico e químico seja construído (SILVA, SOARES, 2013).

Para que o aluno possa construir seu próprio conhecimento, torna-se necessário o enfrentamento de problemas concretos que lhe possibilitem contextualizar o saber teórico, relacionando os conteúdos da Química com àqueles ministrados por outras disciplinas (GUIMARÃES, 2009). Já o professor de Química precisa dominar sua área de conhecimento,

possuir conhecimento mínimo das demais disciplinas para poder demonstrar as relações existentes entre elas e a Química, estar em constante avaliação e renovação de sua prática pedagógica e trabalhar com metodologias que estimulem a participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem (SILVA, 2008). Assim, torna-se necessário o uso de metodologias de ensino-aprendizagem que amplifiquem as interações entre alunos e professores e que tenham o aluno como o construtor de seu próprio conhecimento e o professor como o mediador deste. Entre os diversos tipos de metodologias utilizadas como uma ferramenta para o desenvolvimento de conceitos químicos em sala de aula, destacam-se os métodos cooperativos de aprendizagem (SALVADGO, LABURÚ, 2009).

Segundo a teoria cognitiva do desenvolvimento, a cooperação é um pré-requisito essencial para o crescimento cognitivo, pois ela flui através dos processos de interação à medida que os indivíduos trabalham para atingir objetivos em comum (JOHNSON, JOHNSON, SMITH, 2000). A promoção dos diversos processos de interação ou as formas de participação em grupo, podem favorecer motivações individuais subjetivas que, em contextos cooperativos, tendem a promover dinâmicas interacionais cooperativas (OLIVEIRA, CATÃO, 2017; SILVA, 2014). A literatura destaca que os métodos cooperativos podem ser utilizados para favorecer a aprendizagem de conteúdos químicos (SILVA, CANTANHEDE, CANTANHEDE, 2020; FATARELI et al, 2010), pois, quando aplicada ao ensino de Química, ajuda no desenvolvimento cognitivo do aluno, na melhoria das interações sociais entre aluno-aluno e professor-aluno, na diminuição da competitividade, além do estabelecimento de atitudes cooperativas entre os alunos, no aumento da autoestima e na aprendizagem dos conteúdos da disciplina (MELO, 2018). Assim, considerando o desenvolvimento cognitivo e afetivo do estudante, é que a aprendizagem, baseada na cooperação, pode trazer um suporte ao professor, de maneira que todos os alunos aprendam um determinado conteúdo, auxiliando uns aos outros e aproximando aqueles alunos com dificuldade de

relacionamento social (BARBOSA, JOFILI, 2004). Neste trabalho, buscamos identificar se o método cooperativo Co-Op Co-Op, pode atuar como instrumento facilitador do processo de ensino e aprendizagem do conteúdo Funções Orgânicas, em aulas de Química Orgânica no 3º ano do ensino médio, visando, ainda, estabelecer ambientes de cooperação entre os alunos nas salas de aulas, propiciando assim o desenvolvimento de habilidades sociocognitivas.

2. Fundamento teórico

2.1. Aprendizagem Cooperativa – Método Co-Op Co-Op

A aprendizagem cooperativa trata de uma abordagem que visa diminuir a competitividade e realçar nos estudantes os princípios de cooperação, a fim de atingir, como objetivo final, a aprendizagem de todos os alunos. Esses princípios cooperativos representam as condições necessárias para que a aprendizagem cooperativa ocorra de fato, apenas organizar os alunos em grupos não garante que haverá cooperação, é necessário atribuir funções específicas para cada aluno e explicar o significado e o funcionamento da aprendizagem cooperativa (MACUGLIA, 2018). Para que grupos cooperem entre si, eles devem possuir algumas características, que são fundamentais para o desenvolvimento de atividades baseadas em cooperação: a interdependência positiva, a responsabilidade individual e de grupo, a interação face a face, as habilidades interpessoais e o processamento de grupo (JOHNSON, JOHNSON, SMITH, 2000; FATARELI et al., 2010). Segundo PINHO, FERREIRA, LOPES (2013), a interdependência positiva está relacionada ao entendimento dos alunos sobre a dependência existente dentro do grupo entre os componentes, de forma que o sucesso do grupo está condicionado ao sucesso de cada indivíduo. Já a responsabilidade, individual e de grupo, refere-se às decisões coletivas. O grupo possui autonomia para decidir o que é de responsabilidade de cada componente, sendo que o aluno deve assumir o compromisso de cumprir com sua

função. Na interação face-a-face, os alunos devem buscar o incentivo mútuo com o objetivo de realizar determinada tarefa, tendo preocupação com o êxito dos demais componentes no cumprimento das atividades, ou seja, favorecer a interação entre os estudantes de modo a explicar, elaborar e relacionar conteúdos.

As habilidades interpessoais são as competências de comunicação, confiança, liderança, decisão e resolução de conflito, enquanto que o processamento de grupo, representa os balanços regulares e sistemáticos do funcionamento do grupo e da progressão na aprendizagem, pois, os alunos devem estar em constante avaliação para analisar quais comportamentos colaboram ou não com o progresso do grupo, tentando minimizar os comportamentos que não contribuem no desenvolvimento da aprendizagem (COCHITO, 2004). Essas características, necessariamente presentes em um grupo dentro da aprendizagem cooperativa, podem permitir que esses grupos funcionem corretamente e se adequem às circunstâncias específicas de acordo com a necessidade de cada aluno. Além disso, essas características podem auxiliar o professor a encontrar problemas no grupo e, consequentemente, solucioná-los (PINHO, FERREIRA, LOPES, 2013; FERREIRA, CANTANHEDE, CANTANHEDE, 2017). Sobre o papel do professor, cabe salientar que o método cooperativo não retira a autoridade do docente. Nesse método, o professor possui funções definidas e um papel importante a cumprir:

Na aprendizagem cooperativa, o docente usualmente cumpre os seguintes papéis: determina os objetivos da atividade; distribui os estudantes em grupos de trabalho; explica a atividade a ser realizada; coloca em funcionamento a atividade a ser realizada; coloca em funcionamento a atividade cooperativa; procura garantir a efetividade do trabalho realizado nos grupos e faz intervenções quando necessário; avalia a aprendizagem dos alunos; solicita que o grupo faça uma avaliação sobre o seu desempenho (FATARELI et al., 2010, p. 162).

Assim, o professor continua com sua autoridade em sala de aula, cumprindo funções de extrema relevância na aprendizagem. Além disso, o aluno começa

a ter uma importante participação no ensino, como um agente ativo, atuando de forma colaborativa com o professor. Com isso, o relacionamento professor-aluno é favorecido significativamente, pois, o professor continua com sua autoridade, e a opinião do aluno é respeitada, sendo o aprendizado realizado de maneira democrática. A interação entre aluno e professor é o principal fator que possibilita um significativo desenvolvimento cognitivo no educando. Entretanto, o método de ensino é importante para que esse desenvolvimento ocorra de forma mais eficiente, onde os alunos podem assumir um papel ativo na aprendizagem. Assim, é necessária a utilização de metodologias que façam do aluno um participante ativo no processo de ensino-aprendizagem, pois a interação entre alunos é o segundo fator mais importante para o desenvolvimento cognitivo do educando (GUEDES, BARBOSA, JÓFILI, 2007; MULLER, 2002).

Mesmo diante de tais considerações, a implementação de um modelo cooperativo nem sempre é fácil, pois, existem algumas barreiras que a impedem, sendo que essas barreiras podem vir tanto de alunos, quanto de professores. Alguns alunos não são a favor de trabalhos em grupos (geralmente os que detêm uma capacidade cognitiva maior), pois alegam que são prejudicados ao trabalharem com colegas que não possuem uma boa desenvoltura no aprendizado, e outros não são a favor, pois argumentam que alguns componentes não executam suas funções para que o grupo funcione corretamente. Esses problemas apontados pelos alunos, provavelmente, surgem pelo fato dos trabalhos em grupos não serem baseados em princípios cooperativos, mas sim competitivos (GUEDES, BARBOSA, JOFILI, 2007).

A aprendizagem cooperativa apresenta uma variedade de métodos específicos desenvolvidos e estudados por diversos autores, que auxiliam no desenvolvimento de competências cooperativas entre os estudantes. Aqueles de maior destaque são: Jigsaw; Polêmica Construtiva; Team Games Tournament (TGT); Student Teams Achievement Division (STAD); pensar, formar pares e partilhar; Co-Op Co-Op (CHOCHITO, 2004; LOPES; SILVA, 2009).

O método Co-Op Co-Op, por exemplo, foi desenvolvido por Spencer Kagan e seus colaboradores nos cursos de psicologia, da universidade californiana de Riverside, onde a formação de grupos foi utilizada para trabalhar o aprofundamento de determinados temas de interesse. O termo Co-Op Co-Op, representa uma expressão tipicamente americana e está diretamente associado a um guia com etapas determinadas de “como fazer isso” (KAGAN, 1985b). Essa metodologia, baseada na aprendizagem dos grupos, proporcionou uma melhora na qualidade das discussões individuais dos membros do grupo, aumentando assim a motivação dos estudantes. O fundamento do método Co-Op Co-Op consiste em estruturar a aula para que os alunos trabalhem em grupos cooperativos, com o objetivo de alcançarem uma meta que ajude os outros estudantes em sala de aula. Nesse sentido, o Co-Op Co-Op está orientado para que os estudantes possam controlar o que estão aprendendo e como devem aprender. A execução do método Co-Op Co-Op pode ser descrita em nove etapas (KAGAN, 1985a, 1985b). A Figura 1 apresenta as etapas para a execução do método cooperativo de aprendizagem Co-Op Co-Op.

Se seguidas todas as etapas do método cooperativo Co-Op Co-Op, sugeridas por KAGAN (1985a), as contribuições, tanto como apoio em aulas num formato mais tradicional, quanto em atividades relacionadas à formação de grupos de pesquisa para o desenvolvimento de um determinado tema, podem ser bastante satisfatórias. Para tanto, deve-se considerar dois formatos distintos: no primeiro, muito breve, os grupos teriam de 10 a 15 minutos para elaborar uma apresentação de 5 minutos, e no segundo formato, a aplicação do método, que pode durar semanas ou meses. Nesse último formato, os estudantes teriam um período maior para preparar, com maiores detalhes e maior aprofundamento, suas pesquisas relacionadas ao tema (KAGAN, 1985a, 1985b).

Considerando, então, esse percurso metodológico de nove etapas, no primeiro momento, o professor estimula os estudantes a discutirem sobre o conteúdo que será trabalhado com o método Co-Op Co-Op.

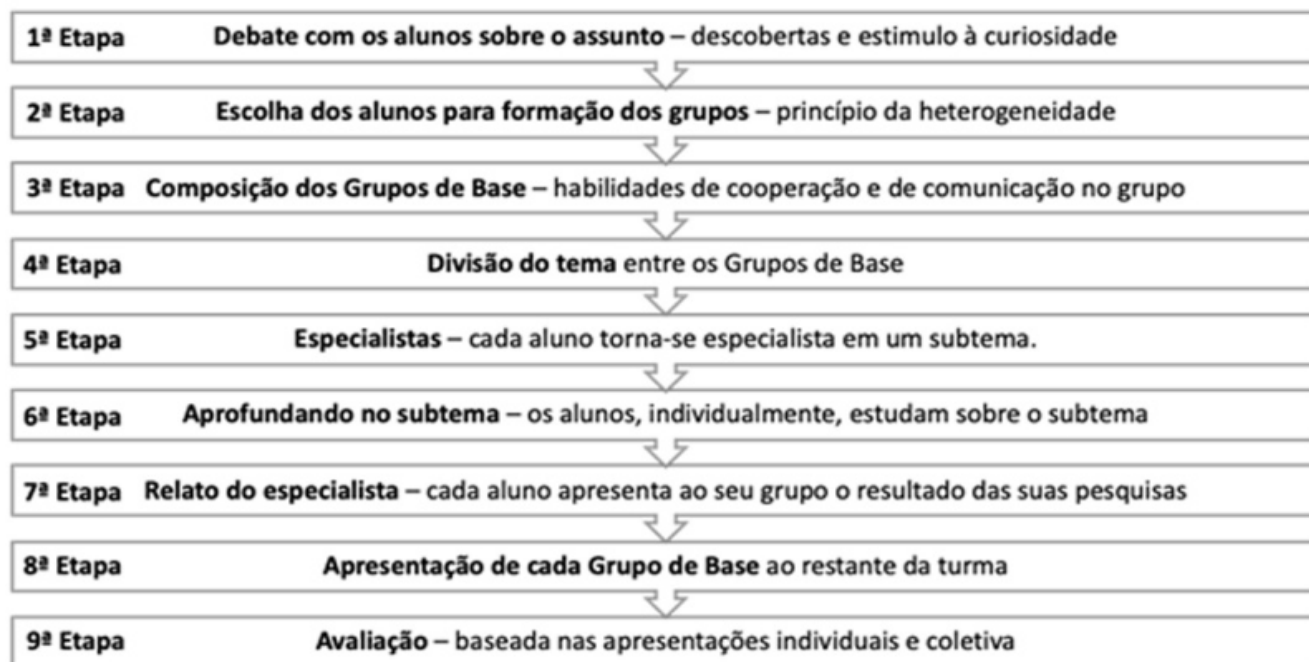


Figura 1. Etapas para execução do método cooperativo de aprendizagem Co-Op Co-Op, segundo Kagan (1985a, 1985b). Fonte: Adaptado de Kagan (1985a, 1985b).

Nessa etapa, o principal objetivo é investigar quais os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre o conteúdo, como forma de instigar a curiosidade desses estudantes. Na 2ª etapa, o professor utiliza o princípio da heterogeneidade, característica fundamental dos métodos cooperativos, para selecionar os estudantes que irão compor os grupos de base; entre as variáveis que o professor pode utilizar para a formação de grupos com características heterogêneas estão a capacidade cognitiva, gênero ou condição socioeconômica, por exemplo. Quanto mais heterogêneo for o Grupo de Base, maior será a troca de informações e, dessa forma, haverá uma contribuição mais efetiva de cada membro no desenvolvimento epistemológico, além da redução do preconceito relativo a possíveis diferenças (MIRANDA, BARBOSA, MOISÉS, 2011).

Na 3ª etapa, e com os Grupos de Base formados, o professor orienta os estudantes a dividirem o assunto da aula, de forma que cada grupo de base fique responsável por um determinado tema específico do conteúdo. Na 4ª etapa, fica sob a responsabilidade de cada grupo de base a divisão do tema em

subtemas, de modo que cada aluno se torne um especialista em seu subtema. Na 5ª etapa, cada estudante, de posse do seu subtema, irá se tornar um especialista nesse assunto. Assim, na 6ª etapa, cada estudante pesquisa e estuda sobre o subtema, com o objetivo de obter um maior aprofundamento. Na 7ª etapa, ocorre o relato dos especialistas, no qual cada aluno apresenta para o seu grupo de base o que aprendeu com o seu respectivo subtema. O relato dos especialistas, nos grupos de base, representa uma oportunidade para discussões sobre cada subtema, buscando relações com o tema central da aula.

Na 8ª etapa, após as discussões dentro dos grupos de base, considerando as argumentações de especialista, o grupo elabora uma apresentação para toda a turma. Para tanto, cada grupo deve utilizar o recurso que achar mais conveniente para apresentar seus resultados, como na forma de demonstrações role-plays ou recursos audiovisuais. Na 9ª, e última etapa, o professor e os alunos podem avaliar a atividade realizada. Em se tratando dos alunos, essa avaliação pode acontecer a partir das

apresentações de cada especialista dentro do grupo e da apresentação do grupo de base para o restante da turma. Neste último, a avaliação geralmente é realizada pelos alunos dos outros grupos; já o trabalho desenvolvido por cada especialista pode ser avaliado pelo professor.

3. Metodologia

3.1. Aplicação do Método Co-Op Co-Op

A aplicação do método cooperativo Co-Op Co-Op foi realizada em uma turma com 28 alunos do 3º ano do ensino médio, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA/ Campus Codó, localizado na cidade de Codó, Estado do Maranhão. Para a execução da proposta metodológica, foram elaborados inicialmente um plano de aula e um roteiro de aplicação da metodologia, fundamentado no método cooperativo de aprendizagem, Co-Op Co-Op, considerando as nove etapas indicadas por KAGAN (1985a). Para tanto, foram necessárias 3 horas/aula, com duração de 50 minutos cada e distribuídos em 4 momentos distintos. O 1º e 2º momentos ocorreram na primeira hora/aula, enquanto que o 3º momento foi realizado como atividade extraclasse, e o 4º momento, na segunda e terceira hora/aula. A Figura 2 apresenta o fluxograma com as atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da proposta de aprendizagem cooperativa Co-Op Co-Op, para o estudo de Funções Orgânicas.

No 1º momento, com duração de 30 minutos, os alunos foram estimulados pelo professor a discutirem

sobre o conteúdo Funções Orgânicas, a partir da aplicação de um questionário contendo 8 afirmativas no formato Likert e uma pergunta aberta, com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios que os estudantes apresentavam sobre o conteúdo. Cabe salientar que esse é o primeiro contato dos estudantes com o conteúdo Funções Orgânicas. Em seguida, o professor utilizou 10 minutos da aula para organizar os 28 alunos para a formação dos grupos de aprendizagem, levando em consideração o princípio da heterogeneidade dentro dos grupos, dessa forma, foram organizados 7 grupos de base, formados por 4 alunos em cada grupo. No 2º momento, cada grupo de base ficou responsável pelo desenvolvimento de uma função orgânica específica: hidrocarbonetos, álcoois, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, aminas e amidas. Os grupos de base ficaram responsáveis pelo processo de distribuição das funções orgânicas entre os grupos. De forma consensual, sugeriram que a designação das funções para cada grupo fosse realizada pelo professor através de sorteio. É importante mencionar que outras funções orgânicas, não menos importantes, como éter, ésteres, fenóis e enóis, não foram contempladas, uma vez que o número de estudantes matriculados na turma, só permitiu a formação de 7 grupos, com 4 componentes em cada.

De posse da sua função orgânica, cada grupo de base teve 10 minutos para fracionar o seu tema entre os componentes do grupo, ficando, dessa forma, cada aluno responsável por estudar um tópico dentro da função designada para o seu grupo, a saber: Definição e grupo funcional, propriedades

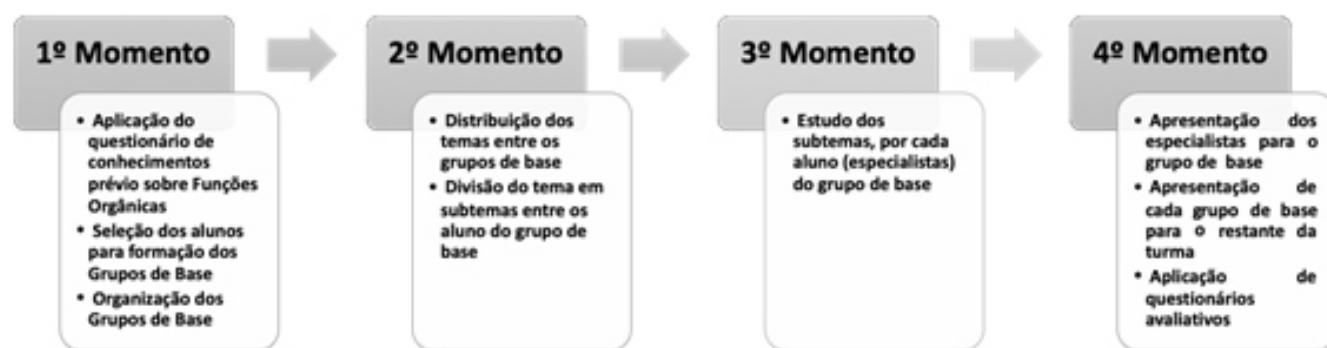


Figura 2. Etapas de aplicação do método cooperativo de aprendizagem Co-Op Co-Op para a discussão do conteúdo Funções Orgânicas.

Fonte: autoria própria.

[421]

Físico-Químicas, nomenclatura e aplicações no cotidiano. Deve-se ressaltar que uma característica do método Co-Op Co-Op corresponde à figura autônoma de cada aluno dentro do seu respectivo grupo de base. Por isso, ficou sob a responsabilidade de cada grupo a forma como o tema foi dividido entre os componentes do grupo.

No 3º momento, a atividade ocorreu extraclasse, em que cada aluno ficou responsável por aprofundar o assunto pelo qual foi designado, pesquisando sobre o assunto com o objetivo de se tornar um especialista no assunto para que, na aula seguinte, pudesse explicar aos colegas de grupo de base.

No 4º momento, os primeiros 20 minutos ficaram reservados para que os alunos apresentassem aos colegas de grupo o resultado de sua pesquisa, explicando seu subtema, além de tirar dúvidas dos outros membros do grupo. Em seguida, os grupos de base tiveram 15 minutos para preparar uma apresentação, de 10 minutos, para toda a turma sobre o seu respectivo tema (Função Orgânica), abrangendo os subtemas estudados por cada componente do grupo (Especialistas).

Após o período de apresentação de cada grupo de base, o professor conduziu nos 5 minutos finais da aula a avaliação da atividade, baseada na aprendizagem dos conteúdos estudados. Para tanto, optou-se pela aplicação do mesmo questionário utilizado antes da aplicação da proposta metodológica, dessa vez, com o objetivo de analisar o desenvolvimento do conhecimento dos alunos sobre o conteúdo trabalhado. Os dados dos questionários prévios à aplicação metodológica foram comparados com os dados do questionário após a execução do método Co-Op Co-Op, com o objetivo de verificar as contribuições da aplicação desse método Co-Op Co-Op no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo Químico Funções Orgânicas.

3.2. Análise de dados

Os questionários utilizados, neste trabalho, foram elaborados com afirmativas no formato Likert¹, para

as quais os alunos emitiram seu grau de concordância, a partir de cinco possibilidades: Concordo Fortemente e Concordo, considerados neste trabalho como índices positivos de análise, e Indeciso, Discordo e Discordo Fortemente, considerados como índices negativos de análise; além de uma pergunta no formato aberto. A opção pela utilização de questionários no formato Likert está relacionada à facilidade, tanto dos respondentes emitirem sua opinião sobre determinado assunto, quanto no tratamento dos dados obtidos, com a utilização de ferramentas estatísticas apropriadas (COSTA, 2011).

Como técnicas de análise de dados, foram utilizadas a análise estatística descritiva a partir de representações gráficas, no formato de histogramas de distribuição de frequências relativas, além de tabelas, geradas a partir das repostas dos alunos aos questionários aplicados antes e após a aplicação da proposta metodológica (DIAS et al. 2017).

4. Resultados e Discussão

4.1. Análise do questionário de conhecimentos prévios sobre Funções Orgânicas

A aplicação desse questionário teve como objetivo analisar o conhecimento dos alunos sobre o conteúdo de Química Funções Orgânicas. A Tabela 1 apresenta as distribuições das frequências absolutas e relativas para as repostas dos alunos ao questionário de conhecimentos prévios sobre Funções Orgânicas.

As afirmativas propostas no questionário de conhecimentos prévios sobre o conteúdo funções orgânicas foram compostas por diferentes aspectos que pudessem representar os variados tipos de funções químicas trabalhadas no 3º ano do Ensino Médio, desde hidrocarbonetos e as principais funções oxigenadas, como álcoois, cetonas, aldeídos, ácidos carboxílicos, até as funções nitrogenadas, aminas e amidas. O resultado geral demonstra que os alunos possuíam um razoável conhecimento sobre o assunto proposto, com índices positivos de análise (somatório das classes 4 e 5, Concordo e Concordo Fortemente, respectivamente), cerca de 53%

¹ Escala Likert: escala psicométrica utilizada em pesquisa quantitativa, que registra o nível de concordância ou discordância com uma declaração dada.

Tabela 1. Frequências absolutas e relativas das respostas dos alunos ao questionário para avaliação de conhecimentos prévios.

Classe	Limite Inferior	Limite Superior	Xi (Média da Classe)	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Acumulada	Frequência Relativa	Frequência Relativa Acumulada
1	1,00	2,00	1,50	30	30	13,39%	13,39%
2	2,00	3,00	2,50	30	60	13,39%	26,79%
3	3,00	4,00	3,50	45	105	20,09%	46,88%
4	4,00	5,00	4,50	73	178	32,59%	79,46%
5	5,00	6,00	5,50	46	224	20,54%	100,00%

As classes 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem aos níveis de concordância Discordo Fortemente; Discordo; Indeciso; Concordo; e Concordo Fortemente, respectivamente.

Fonte: autoria própria

das respostas dos estudantes. Esse percentual, pouco superior a 50% das respostas dos alunos, pode está relacionado à forma como as afirmativas foram elaboradas, associando sempre a função orgânica com uma substância de grande aplicabilidade que pertence a esse grupo funcional e, principalmente, relacionada com o cotidiano dos alunos. A Tabela 2 apresenta a média, o desvio padrão e as frequências

relativas para as respostas dos alunos às afirmativas. As afirmativas n1, n2, n4, n5 e n8, abordam as funções orgânicas amina, amida, hidrocarbonetos, cetona e álcool, respectivamente. Nesse aspecto, vale destacar a afirmativa n8 que trata do composto etanol, presente em bebidas alcoólicas, por exemplo, e bastante utilizado como combustível de motores a combustão presente em carros e motos. Apesar dos

Tabela 2. Frequências relativas, média e desvio padrão para cada uma das respostas dos alunos ao questionário para avaliação de conhecimentos prévios.

n	Afirmativa	Discordo Fortemente	Discordo	Indeciso	Concordo	Concordo Fortemente	Média	Desvio Padrão
1	A trimetilamina é uma amina responsável pelo odor exalado por peixes em decomposição. As aminas são compostos derivados do NH ₃ .	0,0	0,0	17,2	41,4	41,4	4,2	0,7
2	A ureia (NH ₂ CONH ₂) é uma diamina do ácido carbônico. É eliminada pela urina dos animais e também pode ser utilizada como adubo nas plantações.	0,0	13,8	31,0	51,7	6,9	3,5	0,8
3	Os álcoois, as cetonas e os ácidos carboxílicos têm como grupo funcional respectivamente a hidroxila (-OH), a carbonila (>C=O) e a carboxila (-COOH).	3,4	6,9	20,7	31,0	37,9	3,9	1,1
4	O petróleo é originado da decomposição de vegetais e animais, por acumulação em milhões de anos no subsolo. Os hidrocarbonetos representam o principal componente desse combustível fóssil tão utilizado no nosso dia a dia.	0,0	6,9	20,7	34,5	41,4	4,1	0,9
5	A propanona (CH ₃ COCH ₃), também conhecida como acetona, é um solvente comumente utilizado por manicures. Os esmaltes utilizados nos salões de beleza são solúveis em acetona, pois ambas as substâncias são polares.	0,0	6,9	6,9	34,5	51,7	1,6	0,9
6	Na nomenclatura dos compostos orgânicos, o sufixo indica o grupo funcional (função orgânica) a que pertence o composto.	6,9	10,3	6,9	37,9	41,4	3,9	1,2
7	A temperatura de ebulição do Propan-1-ol é menor que a do Ácido Propanóico, apesar de ambos os compostos apresentarem o mesmo de tipo de interação intermolecular. A diferença é devido a maior massa molecular do ácido quando comparada à do álcool.	3,4	0,0	27,6	41,4	31,0	3,9	0,9
8	O Etanol (CH ₃ CH ₂ OH) é um álcool saturado presente nas bebidas alcoólicas e utilizado como combustível nos automóveis.	34,5	27,6	24,1	10,3	3,4	3,7	1,2

Fonte: autoria própria.

[423]

alunos conhecerem essa substância, principalmente, associando corretamente tanto às bebidas, quanto a um tipo específico de combustível, a palavra ‘saturado’, presente na afirmativa, confundiu os estudantes e, como consequência, não conseguiram relacionar essa característica dos compostos pertencentes à função álcool, com as suas aplicabilidades no cotidiano. No contexto da função orgânica álcool, a presença de somente ligações simples, ou seja, do tipo sigma (σ), no carbono diretamente ligado ao grupo funcional hidroxila (-OH), é condição necessária para a classificação de uma determinada molécula, como pertencente à função álcool. Ademais, todo carbono que apresenta somente ligações do tipo sigma é classificado como saturado, portanto, a molécula de etanol que apresenta somente carbonos com ligações do tipo sigma, pode ser chamada de álcool saturado (CAREY, 2011).

O conhecimento dessa condição requer um entendimento relacionado, tanto ao aspecto estrutural da molécula, a partir dos conceitos teóricos sobre ligações químicas, nesse caso específico, sobre ligações do tipo covalente, quanto a definição da própria função álcool, no contexto da Química Orgânica, o que justifica, cerca de 86% das respostas dos alunos, atribuídas aos índices negativos da análise (Discordo Fortemente, Discordo e Indeciso), para a afirmativa n8. Para todas as outras afirmativas, os índices relacionados aos aspectos positivos da análise (Concordo Fortemente e Concordo) ficaram acima de 50% das respostas, com destaque para a afirmativa n5, com cerca de 86% das respostas positivas. Nessa afirmativa (n5), os alunos conseguiram associar dois aspectos importantes. O primeiro relacionado aos diferentes nomes que algumas substâncias podem apresentar, como é o caso da Propanona, nome oficial pela IUPAC², que é popularmente e comercialmente conhecida como acetona. Já o segundo aspecto, refere-se à associação que a grande maioria dos alunos fizeram entre a semelhança de polaridade da acetona e dos esmaltes sintéticos. É

essa semelhança de polaridade que possibilita a solubilidade entre essas substâncias, permitindo assim, que a acetona consiga remover o esmalte sintético. Apesar da maioria dos alunos apresentarem um considerável domínio sobre o conteúdo, alguns não possuíam o conhecimento necessário para responder as afirmativas de forma correta. Com destaque para a classe 3, que representa o percentual de indecisos, com 20% das respostas dos alunos. Além das afirmativas na escala Likert, o questionário apresenta uma pergunta aberta. Nessa questão, os alunos deveriam citar exemplos de compostos orgânicos, a função a que pertencia e no mínimo uma aplicação no cotidiano. Algumas das respostas foram transcritas de forma representativa:

“Propanona (acetona) – usada na remoção de esmaltes, pertence ao grupo das cetonas” (ALUNO A)

“Metafetamina – droga, função de deixar o drogado doidão” (ALUNO B)

“Acetona – tirar esmalte de unhas. Etanol – fazer bebidas alcoólicas e usado como combustível em automóveis” (ALUNO C)

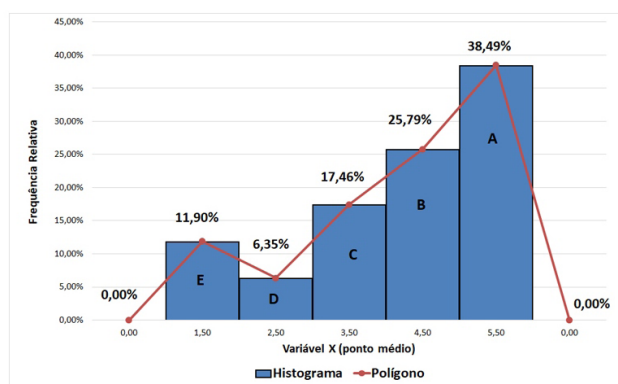
Os dados demonstram que, apenas, 3% dos alunos conseguiram responder corretamente à pergunta, 50% responderam de forma incorreta, 17% responderam de forma incompleta e 30% não responderam. Observa-se que, apesar das afirmativas fechadas apresentarem resultados positivos, a questão aberta demonstra que a maioria dos alunos apresentam um déficit em relação ao conteúdo proposto, pois não conseguiram estabelecer relação entre o conteúdo funções orgânicas e o seu dia-a-dia. Isso, provavelmente, pode estar relacionado à falta da contextualização de conteúdos em sala de aula. Pois, para que os conteúdos trabalhados pelo professor tenham mais significado para o aluno, torna-se necessário que tenham relação com o cotidiano do aluno (PAZ et al, 2010).

4.2. Implicações do método CoOp Co-Op na aprendizagem do conteúdo Funções Orgânicas

O questionário aplicado após a utilização do método Co-Op Co-Op foi o mesmo adotado na análise de conhecimentos prévios do conteúdo Funções

² International Union of Pure and Applied Chemistry – órgão não governamental, responsável pelo desenvolvimento de padrões para a denominação de compostos químicos.

Orgânicas, e teve como objetivo verificar o quanto o método cooperativo contribuiu para a aprendizagem dos alunos acerca do conteúdo químico proposto. A Figura 3 apresenta as frequências relativas para as respostas dos alunos ao questionário aplicado após a desenvolvimento do método Co-Op Co-Op. A maioria das afirmativas indicou um aumento no percentual de respostas dos índices positivos (Concordo Fortemente e Concordo), o que demonstra que, após a aplicação do método cooperativo, os alunos obtiveram um maior domínio sobre o conteúdo trabalhado. Observa-se que o somatório dos índices positivos (classes A e B) apresentam os maiores valores percentuais de respostas dos alunos, com



A resposta do aluno é indicada através de cinco alternativas: A = Concordo Fortemente, B = Concordo, C = Indeciso, D = Discordo e E = Discordo Fortemente, efetuando uma conversão de valores para: A = 5, B = 4, C = 3, D = 2 e E = 1. Cada coluna apresenta a \bar{X}_i Média do Limite para cada possibilidade, efetuando a conversão de valores para: E = 1,50, D = 2,50, C = 3,50, B = 4,50 e A = 5,50.

Figura 3. Frequência relativa das respostas dos alunos para o questionário de avaliação do conteúdo funções orgânicas. Fonte: autoria própria.

cerca de 64%. Ao comparar esses resultados com os dados obtidos no questionário prévio, observa-se que houve um aumento no número percentual de respostas positivas totais de, aproximadamente, 53% para cerca de 64%. Segundo FATARELI et al. (2010), apesar da Química ser vista por muitos alunos como uma disciplina complexa e de difícil compreensão, a aprendizagem cooperativa permite que o aluno tenha um contato mais próximo com a disciplina e desconstrua os pré-conceitos negativos relativos a ela, além de permitir que o aluno encontre a relação da Química com o cotidiano, fazendo com que o aprendizado da disciplina seja significativo para ele.

Ao relacionar esse resultado com o do questionário prévio, verifica-se que houve uma diminuição nas respostas dos índices negativos (classes C, D e E), saindo de aproximadamente 46% para cerca de 36%, o que pode representar uma contribuição do método cooperativo no ensino de Química.

Considerando uma análise individualizada das alternativas do questionário, foi observada um maior entendimento dos alunos quanto a alguns aspectos do conteúdo funções orgânicas, quando comparado aos conhecimentos prévios que eles possuíam sobre determinadas características das funções orgânicas trabalhadas pelo método Co-Op Co-Op. Nesse contexto, é importante destacar a afirmativa n8, que trata do etanol (Função Álcool), que, após a aplicação do método cooperativo, o percentual de respostas relacionadas aos índices positivos de análise (Concordo e Concordo Fortemente) foi de aproximadamente 70%. Assim, comparando os índices positivos para essa afirmativa, antes e após a aplicação do Co-Op Co-Op, percebe-se um aumento de aproximadamente 56% das respostas dos alunos. Esses dados sugerem que a organização dos grupos e a forma como a atividade foi desenvolvida, seguindo todas as etapas do método e, principalmente, atendendo a todos os preceitos básicos da aprendizagem cooperativa, propostos pelos irmãos Johnson (Processamento Grupal, Interdependência Positiva, Interação face-a-face e responsabilidade individual), reafirmam que os alunos conseguiram trabalhar de forma cooperativa (JOHNSON, JOHNSON, HOLUBEC, 1999). Como consequência, a aprendizagem do conteúdo ocorreu de forma muito mais dinâmica e prazerosa para os alunos, pois as pesquisas, discussões nos grupos e as apresentações do resultado de cada grupo de base promoveram debates enriquecedores sobre o tema, a partir das experiências de cada aluno individualmente e dentro do grupo cooperativo.

Em relação à questão aberta, observa-se que, quando comparado às respostas no questionário prévio, tanto o percentual de alunos que responderam de forma correta foi maior, quanto as repostas se encontravam mais elaboradas. Algumas das respostas

foram transcritas de forma representativa:

“Amina – Cocaína – droga utilizada por dependentes químicos. Hidrocarboneto – naftalina – matar insetos” (ALUNO D)

“O ácido fórmico, que aparece nas formigas, que utilizam para provocar ardor – Ácido Carboxílico. Propa- nona, que é utilizada como solvente de esmaltes por manicures” (ALUNO E)

Foi possível identificar algumas mudanças na linguagem dos alunos, pois, após a aplicação do método, os alunos conseguiram acertar e/ou desenvolver melhor a resposta para a questão aberta. Esse fato pode ser atribuído a um maior aprofundamento no entendimento dos fenômenos e processos que estão diretamente relacionados ao conteúdo Funções Orgânicas, obtido durante o momento da pesquisa dos especialistas e nas discussões dentro dos grupos de base. FATARELI et al. (2010) destacam que os métodos cooperativos de aprendizagem podem favorecer o aprimoramento da comunicação escrita do aluno.

Esses resultados estão de acordo com os resultados obtidos em outras pesquisas relacionadas aos métodos cooperativos de aprendizagem aplicados ao ensino da Química, (BROIETTI, SOUZA, 2016; CANELAS, HILL, NOVICKI, 2017; FATARELI et al. 2010; MARQUES et al. 2015; MASSI, CERRUTI, QUEIROZ, 2013; SILVA, 2008; SILVA, SOARES, 2013), que destacam os métodos cooperativos como uma metodologia capaz de auxiliar em diversos aspectos no ensino de Química, ajudando na contextualização dos conteúdos, na experimentação, na interdisciplinaridade e no desenvolvimento sociocognitivo dos alunos.

4. Considerações finais

O desenvolvimento deste trabalho possibilitou verificar, a partir de questionários avaliativos, os diversos benefícios que os métodos cooperativos de aprendizagem podem trazer para o ensino de Química. A aplicação do método Co-Op Co-Op, ainda pouco

explorado no ensino de Ciências e, em particular, no ensino da Química na educação básica, possibilitou, além do desenvolvimento de habilidades sociais e benefícios na relação aluno-aluno e aluno-professor, um entendimento mais aprofundado sobre o conteúdo químico funções orgânicas, observado principalmente durante as apresentações dos especialistas no grupo de base e desses grupos de base para o restante da turma. Isso nos faz refletir sobre a importância que o professor de Química tem em diversificar os métodos de ensinamentos em sala de aula, preferindo aqueles que façam com o que o aluno participe ativamente das aulas e se apresente como construtor do seu conhecimento. Assim, a utilização de propostas pedagógicas ativas, problematizadoras e potencializadoras do protagonismo dos alunos, pode ajudar na superação de dificuldades com a aprendizagem de conteúdos químicos, historicamente evidenciadas como barreiras para o entendimento dos aspectos conceituais relacionados à disciplina de Química na educação básica.

5. Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão, IFMA – Campus Codó, à Universidade Federal do Maranhão, UFMA – Campus Codó e ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Maranhão – GPEQUIMA

7. Referências

- BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Dicumba – o aprender pela pesquisa em sala de aula: os saberes científicos de química no contexto sociocultural do aluno. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v13, n2, pp. 338-352. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14483/23464712.13055>.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- BRASIL, Secretaria de Educação Básica. *Orientações curriculares para o ensino médio - Ciências da*

- natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006.
- BROIETTI, F. C. D.; SOUZA M. C. C. de. Explorando conceitos de reações Químicas por meio do Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v9, n3, pp. 1-22. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v9n3.4073>.
- CANELAS, D. A.; HILL, J. L.; NOVICKI, A. Cooperative learning in organic chemistry increases student assessment of learning gains in key transferable skills. *Chemistry Education Research and Practice*, v18, n3, pp. 441-456. 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1039/C7RP00014F>.
- CARDOSO, K. K. Interdisciplinaridade no ensino de Química: Uma proposta de ação integrada envolvendo estudos sobre alimentos. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, Rio Grande do Sul. 2014.
- CAREY, F. A. Química orgânica. v. 1, 7ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2011.
- COCHITO, M. I. S. Cooperação e aprendizagem: educação intercultural. Lisboa: ACIME, 2004.
- COSTA, F. J. Mensuração e desenvolvimento de escalas: aplicações em administração. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.
- DIAS, G. R.; BENTO, J. I. M.; CANTANHEDE, S. C. S.; CANTANHEDE, L. B. Textos de Divulgação Científica como uma Perspectiva para o Ensino de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v19, n2. pp. 291-313. 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i2p291-313>.
- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. de A. F.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. *Revista Química Nova na Escola*, São Paulo, v32, n3, pp. 161-168. 2010.
- FERREIRA, F. C. da S., CANTANHEDE, L. B.; CANTANHEDE, S. C. S. Uma Estratégia Didática no Formato de Oficina para o Ensino do Conteúdo Soluções Químicas a Partir do Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw. *Conexões – Ciência e Tecnologia*. v11, n6, pp. 114–123. 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.21439/conexoes.v11i6.1094>.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. *Revista Química Nova na Escola*. v32, n2. 2010.
- GUEDES, M. G. de M.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprender Ciências em grupo: o que os alunos pensam? In: *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis. 2007.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Revista Química Nova na Escola*, v31, n3. 2009.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. *Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela*. Virginia: Aique, 1999.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. A Aprendizagem Cooperativa retorna às Faculdades. Qual é a evidência de que funciona? In: FREED, S. *Pensar, Dialogar a Aprender*. 2000.
- KAGAN, S. Dimensions of cooperative classroom structures. SLAVIN, A. R. In: cols. (eds), op. cit., pp. 67-96. 1985a.
- KAGAN, S. Co-op Co-op. In: Slavin R., Sharan S., Kagan S., Hertz-Lazarowitz R., Webb C., Schmuck R. (eds) *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn*. Springer, Boston, MA. 1985b.
- LIMA, J. O. G de; BARBOSA, L. K. A. O ensino de Química na concepção dos alunos do ensino fundamental: algumas reflexões. *Exatas Online*, v6, n1, pp. 33-48. 2015.
- LOPES, J.; SILVA, H. S. *A aprendizagem cooperativa na sala de aula: um guia prático para o professor*. Lisboa: Lidel, 2009.
- MACUGLIA, U. Funções inorgânicas e digestão: uma UEPS construída nas premissas da aprendizagem significativa e da aprendizagem cooperativa. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto de Ciências Exatas e

- Geociências da Universidade de Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul. 2018.
- MARQUES, S. P. D.; ÁVILA, F. N.; FILHO, F. A. D.; SILVA, M. G. V. Aprendizagem Cooperativa como estratégia no aprendizado de Química no Ensino Médio. *Conexões Ciência e Tecnologia*, Fortaleza, v9, n4, pp. 55-66. 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.21439/conexoes.v9i4.916>.
- MASSI, L.; CERRUTI, B. M.; QUEIROZ, S. L. Metodologia de ensino Jigsaw em disciplina de Química Medicinal. *Química Nova*, São Paulo, v36, n6, pp. 897-904, 2013.
- MELO, J. D. de S. Uma proposta de ensino de Química utilizando Aprendizagem Cooperativa na educação de jovens e adultos. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em ensino de Ciências, Mestrado profissional em ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília-DF. 2018.
- MIRANDA, C. S. N. de.; BARBOSA, M. S.; MOISÉS, T. F. A aprendizagem em células cooperativas e a efetivação da aprendizagem significativa em sala de aula. *Revista do Nufen*. Ano 3, v1, n1, pp. 17-40. 2011.
- MULLER, L. de S. A Interação Professor-Aluno no Processo Educativo, Universidade São Judas Tadeu. *Integração Ensino-Pesquisa-Extensão*. Ano VIII. n. 31. 2002.
- OLIVEIRA, D. M. de; CATÃO, V. Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais para a aprendizagem da Química em duas turmas do Ensino Médio. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. v12, n2, pp. 50-68. 2017.
- PAZ, G. de L.; PACHECO, H. de F.; NETO, C. O. C.; CARVALHO, R. de C. P. S. Dificuldades no ensino-aprendizagem de Química no Ensino Médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina. In: *Anais do X SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA*, Teresina/PI, 2010.
- PINHO, E. M. de.; FERREIRA, C. A. A. S.; LOPES, J. P. A opiniões dos professores sobre aprendizagem cooperativa. *Revista Diálogo Educacional*, v13, n40. pp. 913-937. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/dialogo.educ.13.040.DS05>.
- PONTES, A. N.; SERRÃO, C. R. G.; FREITAS, C. K. A. de; SANTOS, D. C. P. dos; BATALHA, S. S. A. O ensino de Química no Nível Médio: Um olhar a respeito da motivação. In: *Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, Curitiba, jul. 2008.
- SALVADEGO, W. N. C.; LABUR., C. E. Uma Análise das Relações do Saber Profissional do Professor do Ensino Médio com a Atividade Experimental no Ensino de Química. *Revista Química Nova na Escola*. v31, n3. 2009.
- SILVA, E. M. C. El caso del embalse del muña, visto con un enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente a través del Aprendizaje Cooperativo del concepto de solución química. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v9, n1, pp. 78-88, janeiro-junho de 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.14483/23464712.7314>.
- SILVA, M. A. da; CANTANHEDE, L. B.; CANTANHEDE, S. C. S. Aprendizagem cooperativa: método Jigsaw, como facilitador de aprendizagem do conteúdo químico separação de misturas. *Revista Actio: Docência em Ciências*. v5, n1, pp. 1-21, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v5n1.9323>.
- SILVA, O. S. da. A interdisciplinaridade na visão de professores de Química do Ensino Médio: concepções e práticas. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 2008.
- SILVA, V. A.; SOARES, M. H. F. B. Conhecimento Prévio, Caráter Histórico e Conceitos Científicos: O Ensino de Química a Partir de Uma Abordagem Colaborativa da Aprendizagem. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v35, n3, pp. 209-219. 2013.





TÍTULO: LA ENSEÑANZA COMO PUENTE DE LA VIDA

TITLE: TEACHING AS BRIDGE OF LIFE

TÍTULO: O ENSINO COMO PONTE DA VIDA

Reseña elaborada por: **María Marcela Cardona Prieto***

Cómo citar este artículo: Cardona Prieto, M. (2021). Reseña: La enseñanza como puente de la vida. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 429-431. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17870>

Título: La enseñanza como puente de la vida

Autor: Estela Quintar**

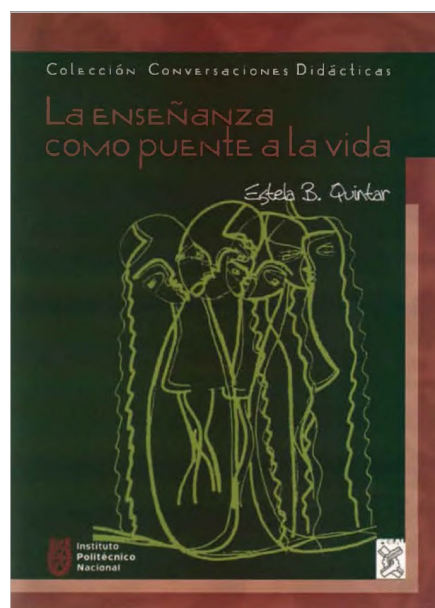
Editorial: Instituto Pensamiento y Cultura en América Latina, A.C.

Año de publicación: 2009 Tercera Edición

Ciudad: Mexico DF

Idioma: Español

Número de páginas: 210



En *La enseñanza como puente de la vida* de Estela Quintar se reconoce como idea central “la Pérdida del sentido de lo que se hace y por qué se hace” (Quintar, 2009, p 37). Para Quintar, se debe reflexionar a América Latina, desde lógicas epistémico-didácticas “que nos lleven a comprender con mayor claridad la función sustantiva de las lógicas de razonamiento en la construcción de conocimiento y, por ende, las creencias, mitos y ritos que desde la modernidad siguen parametrizando formas de comprender y de ver la realidad” (Quintar, 2009, p 13); la historia deviene al sujeto, es decir somos producidos y productores de la historia. Es así como propone un “pensar compartido” desde

la realidad histórica.

La epistemología aporta a su discurso la posición política de sujetos en caminos de emancipación: “El conocimiento científico y el técnico, aplicado en disciplinas científicas, no se “abandonan” o “ignoran” por aquellos aportes que ya no proporciona respuestas actuales, más bien estos hallazgos pasan a conformar el acervo de la ciencia, la cual se redefine en su permanente fluir en la realidad concreta a la que interpreta y respecto a la cual nos da respuestas” (Quintar, 2009, p 20).

En los siete capítulos que componen el libro, desarrolla su propuesta de una Didáctica-epistémica de sentido, para pensarse un lugar no habitual: “la

* Magister en estudios Artísticos y Culturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Doctoranda en Didáctica y consciencia histórica. IPECAL/México. Email: mmcardonap@udistrital.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1551-646X>

** Doctora en Antropología Social, de nacionalidad argentina, radicada en México y Directora del IPECAL

emoción del miedo, del terror y la dominación... lo que nos configura más allá del discurso en la acción, manifestado en el dominio de la acción en comportamientos propios en: la negación de sí mismo, para soportar lo no soportable... la negación de la realidad" (Quintar, 2009, p 20).

Lo que resulta más interesante del pensamiento expuesto en este libro y en otros textos de la autora, es que reconoce un problema histórico-social de la realidad y desde esa realidad converge, junto con otros pensadores, en la posibilidad de solución y modificación de esa realidad: "No basta enseñar conocimiento acerca del mundo, no basta decir lo que hay que hacer ni basta actualizar conocimientos disciplinares, porque la posibilidad transformativa de los seres humanos y sus organizaciones sociales se constituyen en sistemas autopoieticos de sentido..." (Quintar, 2009, p 96), lo que supone una educación emancipadora de los sujetos latinoamericanos, que devendrá en transformaciones sociales-ideológicas posibles.

Es así como a lo largo del texto la autora lanza preguntas que interrogan de formas diversas la manera como aprendemos y cómo somos enseñados y enseñamos, algunas de las que transitan por la discusión entre teoría y realidad y que son puntos de inflexión en el problema planteado en la relación educación/realidad entre muchas otras:

- ¿Por qué las teorías críticas se enseñan acríticamente y muchas veces dogmáticamente? (p.20)
- ¿Por qué, como lo plantea Habermas, nos preocupa tanto a los enseñantes el dominio minucioso de teorías por encima de la comprensión de los conocimientos científicos en el uso práctico de la teoría (en el sentido de la práctica habermasiana)? (p.22)
- ¿Cuáles son las autoreferencias histórico-sociales desde las cuales construimos conocimiento en nuestro continente? (p.22)
- ¿Cómo hemos aprendido el mundo en América Latina? ¿Qué emociones atravesaron nuestros aprendizajes de vida civilizatoria? (p.25).

Quintar a lo largo de su texto deriva la

problemática a las maneras como los sistemas educativos, nos han "plantado" formas particulares de apropiar el conocimiento. La manera como girar a una nueva mirada, dice la autora, es la transformación de lo educativo en "el reconocimiento de autorreferencial histórico-sociales y contextuales" (Quintar, 2014, p.46), el desafío que esto plantea en términos epistémicos, debería derivar en el análisis de los mitos e ideologías que transitan para que pasadas por este tamiz crítico, se reconozca al otro en la posibilidad de existencia mutua: "El desafío de desnaturalizar lo que se es y lo que se vive para generar, como acto educativo, actos de conciencia fundados científicamente y promover la libertad como capacidad de elección" (Quintar, 2008, p. 28).

El sujeto emancipado, dirá Rancière en su *Maestro Ignorante*, es el que posibilita su propio desarrollo, esto no es imposible sin el concurso de otros; lo social, en donde ubico lo religioso y lo dogmático configura lo que Quintar señala cuando dice: "...las estructuras sociales no tiene la forma de expectativas de comportamiento [...] sino la de expectativas de expectativas [...] esto significa que el hombre no solo debe poder esperar el comportamiento del otro, sino además hacerse expectativas sobre las expectativas del otro" (Rodríguez y Arnoldo citado por Quintar, 2009), con todo lo que ello "implica como espacio de libertad, cooperación, conflicto..." (Quintar, 2009, p.29).

Otro de los conceptos con el que dialoga la autora es el de hegemonía, del que dice: "hace referencia a la creación y recreación de formas de conciencia que permiten el mantenimiento del control" (Quintar, 2009, p. 76), en donde los sujetos dominados, ya no requieren de un régimen de control, como el que propone Foucault, sino que se limita a designar categorías que "doten de identidad a aquellos a quienes deben aplicarse esas mismas categorías" (Quintar, 2014, p.30), tal sería el caso de categorías como: religioso, anti-vacunas, científico, artista, etc.; cada cual tendría un libreto pre-escrito y sobre él (el libreto) deviene su existir, en "un único modo posible de comprensión y

acción del y en el mundo”(Quintar, 2008, p.49).

Bibliografía

QUINTAR, E. (2009). La enseñanza como puente de la vida. Colección Conversaciones Didácticas. Tercera Edición 2009. Instituto Pensamiento y Cultura en América Latina, A.C. 210 páginas. México DF.

QUINTAR, E. (2014). Cause y río: una poética pedagógica del presente. *Educación y Ciudad* (26), 130-138.

QUINTAR, E. (2018). Crítica teórica, crítica histórica: las paradojas del decir y del pensar. *Rev. Archivos de Ciencias de la Educación*. ISSN 2346-8866. v12. Dossier: Pedagogías del sur: lecturas y prácticas educativas desde una perspectiva latinoamericana.





XXIII SEMANA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Evento desarrollado del 23 al 27 de noviembre de 2020,
en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Física,
de la Facultad de Ciencias y Educación.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

200 AÑOS DEL ELECTROMAGNETISMO

200 YEAR OF ELECTROMAGNETISM

200 ANOS DO ELECTROMAGNETISMO

Organizadores:

Brian Mateo Mancera Martínez*,  Julián Andrés Salamanca Bernal**, 

Alejandro Hurtado Márquez*** 

Cómo citar: Memórias Resúmenes. XXIII SEMANA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(2), 432-463. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17862>

Resumen

A comienzos de 1820 el físico danés Hans Christian Ørsted descubrió experimentalmente la relación existente entre el magnetismo y la electricidad, publicando su descubrimiento en un corto artículo titulado: *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*. Dando origen al electromagnetismo y a una serie de trabajos de diversos científicos, que culminaron con la unificación, lograda por James Clerk Maxwell, de la electricidad, el magnetismo y la luz como diversas manifestaciones de un mismo fenómeno físico. Trabajo que fue publicado bajo el título de: *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*. Se cumplen así 200 años de un descubrimiento que cambiaría la concepción física de la época y potenciaría un desarrollo que aún hoy día continúa.

Palabras Chave: Enseñanza de la Física. Evento Académico.

Abstract

At the beginning of 1820, the Danish physicist Hans Christian Ørsted discovered experimentally the relationship between magnetism and electricity, publishing his discovery in a short paper entitled: *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*. Giving rise to electromagnetism and a series of works by various scientists, which culminated in the unification, achieved by James Clerk Maxwell, of

* Estudiante Licenciatura en Física. E-mail bmmanceram@correo.udistrital.edu.co

** PhD. En Física Aplicada. Email: jasalamanca@udistrital.edu.co

*** MsC Energías renovables. E-mail ahurtado@udistrital.edu.co

electricity, magnetism, and light as various manifestations of the same physical phenomenon. Work that was published under the title A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field. Thus, 200 years have passed since a discovery that would change the physical conception of the time and promote a development that continues today.

Keywords: : Physics teaching. Academic Event.

Resumo

No início de 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Ørsted descobriu experimentalmente a relação entre magnetismo e eletricidade, publicando sua descoberta em um artigo curto intitulado: Experimenta circa effectum conflux electrici in acum magnetam. Dando origem ao eletromagnetismo e a uma série de trabalhos de vários cientistas, que culminou na unificação, alcançada por James Clerk Maxwell, da eletricidade, o magnetismo e a luz como várias manifestações de um mesmo fenômeno físico. Trabalho publicado sob o título: Uma Teoria Dinâmica do Campo Eletromagnético. Este é o 200º aniversário de uma descoberta que mudaria a concepção física da época e promoveria um desenvolvimento que continua até hoje.

Palavras chave: Ensino de Física. Evento Acadêmico.

CONFERENCIAS PLENARIAS

DE OERSTED A MARCONI: MOMENTOS DE ÉXITO EN LA UNIFICACIÓN DE LA ELECTRICIDAD CON EL MAGNETISMO FROM OERSTED TO MARCONI: MOMENTS OF SUCCESS IN THE UNIFICATION OF ELECTRICITY AND MAGNETISM

Bernardo Gómez Moreno¹
Universidad de los Andes

Resumen

En esta conferencia se presentan los pensamientos, las ideas de los grandes científicos descubridores del electromagnetismo y con una serie imágenes se reviven los momentos de éxito en la unificación de la electricidad con el magnetismo, hasta las más destacadas aplicaciones que transforman el mundo introduciendo la modernidad. Se presenta Oersted descubriendo que la electricidad produce magnetismo, Arago llevando el experimento de Oersted a la Academia de Ciencias de Francia, seguido del trabajo con Ampère descubriendo que la electricidad es la fuente del magnetismo y estudiando las fuerzas magnéticas resultantes de la electricidad. Encontramos luego a Faraday con su descubrimiento de la inducción electromagnética, que permite transformar energía de movimiento en energía eléctrica y lograr las aplicaciones

1 Doctor en ciencias naturales. Email bgomez@uniandes.edu.co

cotidianas del dinamo, el transformador y el motor eléctrico. Sigue Maxwell reuniendo y completando el conocimiento sobre electromagnetismo en las maravillosas cuatro ecuaciones, de donde resultan las ondas electromagnéticas, que incluyen la luz, y que luego Hertz confirmó experimentalmente y Marconi las emplea para las primeras comunicaciones inalámbricas. Concluye la conferencia destacando el impacto en el mundo moderno del pequeño experimento de Oersted de hace 200 años.

IMAGEN DE NANOSCOPIA CORRELATIVA DIRECTA DE MATERIALES 2D DIRECT CORRELATIVE NANOSCOPY IMAGING OF 2D MATERIALS

**Joao Lucas Rangel ²
Horiba**

Abstract

2D materials are considered of very high potential for future nanosized electronic and optoelectronic devices. An information-rich nanoscale characterization technique is required to qualify these materials and assist in the deployment of 2D material-based applications. Scanning Probe Microscopy (SPM) is a powerful technique to image physical properties of 2D materials, such as topography, conductivity or other electrical properties. Combining SPM and Raman in a single instrumentation is extremely powerful as it makes imaging of both chemical and physical properties possible. As Raman is diffraction limited, only plasmon enhanced Raman and photoluminescence spectroscopies yield correlated electrical and chemical information down to the nanoscale. In this talk, we will report on Tip-Enhanced Photoluminescence (TEPL) and Tip-Enhanced Raman spectroscopy (TERS) data obtained on graphene and single crystal WS₂ and WSe₂ flakes directly grown on SiO₂/Si. TEPL and TERS images will be correlated with contact potential difference and capacitance maps as results of Kelvin force probe microscopy acquisition. In addition, we will show the sensitivity of electronic properties (related to Fermi level and charge accumulation) upon light illumination. Beside these semiconductor/dielectric (SiO₂) interfaces, probing TMCD/metal interfaces is also essential to integrate TMCDs in 2D or 3D complex structures of devices. We will show results from graphene, WS₂ on silver and WSe₂ and MoS₂ on gold. Such transferred surfaces exhibit nanoscale inhomogeneities observed in correlated CPD and Raman maps. Finally, TEPL together with AFM topography data on graphene oxides, as well as lateral single layer WS₂/WS_xSe_{1-x}/WSe₂ heterostructure grown on SiO₂/Si will be presented: nanoscale PL response variations are observed beyond the smooth nano-resolution topography

APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN DE FIRMAS ESPECTRALES EN FENÓMENOS APPLICATION AND INTERPRETATION OF SPECTRAL SIGNATURES IN PHENOMENA

**AJhon A León Castillo ³
Universidad Distrital Francisco José de Caldas**

Abstract

El curso presenta los conceptos teóricos y prácticos de firmas espectrales que se hacen necesarios para su aplicación e interpretación en el estudio de fenómenos naturales aplicando tecnologías satelitales. En la actualidad, sensores remotos, se han convertido en la principal tecnología aplicada al estudio de los

² Ingeniero Biomedico. Email: joao.rangel@horiba.com

³ Magister en Ciencias – Geología. Email jhaleonc@correo.udistrital.edu.co,

procesos y problemáticas territoriales, ambientales, exploración de planetas cercanos, además de ser la principal herramienta de exploración de la corteza terrestre en el proceso de búsqueda de yacimientos. Las firmas espectrales muestran la variación de la radiación reflejada por los objetos en función de la longitud de onda. Este comportamiento físico puede ser tenido en cuenta para los análisis multiespectrales. Los que nos permiten reconocer elementos particulares en la superficie terrestre, en donde su forma, análisis de canales de operación y sus niveles de reflectancia, podremos interpretar los fenómenos desarrollados en la superficie del planeta.

¿ES POSIBLE ESTIMAR LA DISTRIBUCIÓN DE DEFECTOS TOPOLÓGICOS EN SISTEMAS TANTO MAGNÉTICOS COMO COSMOLÓGICOS?

IS IT POSSIBLE TO ESTIMATE THE DISTRIBUTION OF TOPOLOGICAL DEFECTS IN BOTH MAGNETIC AND COSMOLOGICAL SYSTEMS?

Fernando Javier Gómez Ruiz⁴

Donostia International Physics Center, San Sebastián, España

Resumen

La descripción del magnetismo a escala microscópica ha jugado un rol fundamental en física tanto teórica como experimental. Por otro lado, el control coherente de sistemas mesoscópicos magnéticos es uno de los puntos claves para el desarrollo exitosos de nuevas tecnologías cuánticas. Controlar un sistema a escalas por debajo de las microscópicas requiere una descripción en términos de la física no equilibrio. En esta línea conceptual, en los años 70 Tom W. B. Kibble explicó un posible camino para entender la formación de estructuras en el universo primitivo. Su modelo explicativo consistió en caracterizar la dinámica de una transición de fase continua, la cual podría dar origen a las estructuras cosmológicas que actualmente observamos. Por otro lado, e independientemente, Wojciech H. Zurek vislumbró como dicha dinámica puede estar también presente en sistemas de materia condensada, logrando así que los sistemas tradicionales de materia condensada se convirtiesen en bancos de prueba de sistemas cosmológicos. Estas ideas seminales constituyen actualmente un paradigma ampliamente estudiado en la física de no equilibrio y se conocen con el nombre de Mecanismo de Kibble-Zurek en la literatura. En su esencia, el Mecanismo de Kibble-Zurek permite caracterizar las propiedades físicas de un sistema fuera del equilibrio, como lo son la longitud de correlación y el tiempo de relajación, a partir de propiedades conocidas en el equilibrio termodinámico. Ejemplificamos estas nociones de una forma sencilla, supongamos un sistema físico el cual presenta un punto crítico que separa dos fases. El valor del punto crítico es determinado por un parámetro que denominaremos de control. Inicialmente el sistema es preparado en un estado de equilibrio lejos del punto crítico, posteriormente el sistema es llevado a través del punto crítico, variando a una tasa finita el parámetro de control. Dado el valor finito de esta variación la dinámica será necesariamente no adiabática. Por lo tanto, el resultado de cruzar el punto crítico a una velocidad finita es la formación de dominios. La frontera entre dominios adyacentes se localizan defectos topológicos, ejemplo: las paredes fronteras entre ferromagnetos o vórtices en superfluidos y superconductores. La predicción del mecanismo de Kibble-Zurek es que el

4 Investigador postdoctoral en el Centro Internacional de Física Donostia - Bilbao (España). Email fj.gomez34@uniandes.edu.co

número promedio de defectos obedece a una ley de potencias universal que escala con la velocidad a la que se cruza el punto crítico. Casi medio siglo después de esta predicción, su amplia validez ha sido establecida por la acumulación de un gran número de experimentos, así como resultados computacionales y cálculos teóricos. En este trabajo, mostramos que la misma clase de universalidad puede ser extendida a la distribución de probabilidad total del número de defectos. Esta generalización del mecanismo de Kibble-Zurek, limitado al número promedio, permite identificar como el principio de universalidad de transiciones de fase afecta a las fluctuaciones y limita raros eventos con grandes desviaciones de la media. Este estudio tiene aplicaciones directas en la computación cuántica adiabática, donde los defectos topológicos juegan el papel de errores en la computación. De hecho, ya ha estimulado un test experimental en un simulador cuántico de iones atrapados en la University of Science and Technology of China en Hefei (China), y también nuevas pruebas en los computadores cuánticos adiabáticos comercializados por la compañía canadiense D-Wave y adquiridos por la NASA.

EL CIELO DEL NORTE Y EL CIELO DEL SUR - INTRODUCCIÓN A LA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA.
THE NORTHERN SKY AND THE SOUTHERN SKY - INTRODUCTION TO THE DIDACTICS OF ASTRONOMY IN ELEMENTARY EDUCATION

Telma Cristina Dias Fernandes⁵
Universidad Estatal Paulista - UNESP

Resumen

Esta conferencia propone un espacio para discusiones y reflexiones, y el intercambio de experiencias e ideas, sobre la necesidad de una formación inicial y continua en relación con temas interdisciplinarios involucrando la problemática de la Didáctica de la Astronomía al presentar resultados de un curso de extensión universitaria, para la formación de profesores en la enseñanza de la astronomía, desde un acuerdo entre Brasil e Italia. También propone una movilización plural del conocimiento y la provisión de distintas estrategias metodológicas, en diferentes lenguajes, que contribuyan a la enseñanza de la Astronomía en la Educación Básica, sugiriendo la articulación de elementos de observación activa, directa y constante del cielo, del entorno y del trabajo con modelos explicativos que representan fenómenos astronómicos.

EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE POTENCIAL VECTORIAL EN LA DESCRIPCIÓN DE INTERACCIONES FUNDAMENTALES
EVOLUTION OF THE VECTOR POTENTIAL CONCEPT IN THE DESCRIPTION OF FUNDAMENTAL INTERACTIONS

Ignacio Monroy⁶
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

Resumen

Se presenta en esta charla un rastreo de cómo ha sido la evolución del concepto del potencial vector desde el siglo XIX, y a partir de diferentes reflexiones epistemológicas la importancia de este concepto en la física.

5 Ph.D. en Educación para las Ciencias. Email telcfernandes@gmail.com

6 Ph.D. Universidad Nacional de Colombia. Email iamonroy@udistrital.edu.co

EXPERIMENTO CMS EN CERN Y UN POCO SOBRE CÓMO SE ANALIZAN LOS DATOS DEL EXPERIMENTO

CMS EXPERIMENT AT CERN AND A LITTLE BIT ABOUT HOW THE EXPERIMENT DATA IS ANALYZED

José Andrés Monroy⁷
Universidad de Cornell

Resumen

Cuando entras al laboratorio para hacer un experimento, te vales de herramientas que te permiten seguir un procedimiento que has planeado cuidadosamente; en muchas ocasiones tienes que adaptar esas herramientas o incluso construir tu propio sistema experimental a la medida de lo que deseas medir. Este último, suele ser el caso del trabajo experimental en física de altas energías, y como no pudimos construir un acelerador de partículas suficientemente poderoso en el patio de la casa, nos construimos uno en Suiza y le pusimos por nombre CERN. En esta charla vas a ver una descripción general de uno de los experimentos hechos en CERN y cómo funciona su sistema de detección de partículas, el detector CMS (Compact Muon Solenoid). En particular, vas a ver detalles de cómo fue construido el detector de pixeles (FPix) que es el primer sistema de detección que encuentran las partículas producidas a partir de la colisión de protones. Y como hay que usar la información que se obtiene del detector, no en vano construimos semejante detector, también verás una descripción de un análisis de los datos en el cual se explora la producción de un bosón de Higgs en asociación con un único quark top. En el análisis se consideran estados finales con leptones. Este proceso es de interés pues permite evaluar el signo relativo de la interacción entre el bosón de Higgs y el quark top y entre el bosón de Higgs y los bosones vectoriales. Se usaron herramientas de análisis multivariado y machine learning para discriminar la señal de la contaminación.

RECONEXIÓN MAGNÉTICA EN PLASMAS MAGNETIC RECONNECTION IN PLASMAS

Sergio Miranda-Aranguren⁸
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La reconexión magnética es un proceso presente en plasmas cuasi-ideales, donde existe disipación Óhmica y el cual no puede ser explicado dentro del marco teórico de la Magnetohidrodinámica (MHD) en su versión ideal (conductividad infinita), por ello para su comprensión y descripción es necesario el uso de la MHD resistiva. En los procesos de reconexión, la topología de las líneas de campo cambia y la energía magnética se convierte en cinética vía disipación magnética. En un medio ideal (conductividad infinita), los elementos del plasma conservan sus conexiones magnéticas (condición “frozen in” o de “congelamiento” de las líneas de campo con el fluido). Sin embargo, la presencia de una región localizada, donde los efectos no-ideales son importantes, puede conducir a un cambio de conectividad de los elementos del plasma, donde las líneas de campo se pueden romper y reconectar, violando la condición de conservación del flujo magnético, una de las leyes fundamentales del electromagnetismo. Desde el nacimiento de la MHD ideal (1950), el concepto de reconexión magnética fue inicialmente propuesto por Sweet y Parker (1958), como un intento para entender el calentamiento de la corona solar y la enorme cantidad de energía observada en las erupciones solares y desde entonces no existe un modelo o explicación que evite o clarifique la violación de la condición de conservación del flujo magnético.

⁷ Investigador Postdoctoral en la Universidad de Cornell. Email jam957@cornell.edu

⁸ PhD. Universidad de Valencia. Email smirandaa@udistrital.edu.co

En la presente charla presentaremos los modelos tradicionales de Sweet-Parker y de Petscheck en dos dimensiones, para explicar los procesos de reconexión y sus aplicaciones en el contexto astrofísico y de esta forma entender fenómenos como las llamaradas solares o los brotes de rayos gamma (GRB) vistos en los jets relativistas provenientes de agujeros negros, entre otros fenómenos.

SISTEMAS DE MICROSCOPIA ESTÁNDAR HORIBA: PLATAFORMA MULTISPECTROSCOPIA ÚNICA HORIBA STANDARD MICROSCOPY SYSTEMS: UNIQUE MULTISPECTROSCOPY PLATFORM

**Igor Carvalho⁹
Horiba**

Abstract

Microspectroscopy is the practice of performing various spectroscopies at the micro scale. The new SMS system from HORIBA Scientific offers a modular and flexible platform to perform various spectroscopies as an addition to any standard microscope. The SMS offers high-end spectroscopic performance, and it does so without compromises to the existing microscope imaging functionality. Its flexibility and modularity also enable the addition of multiple spectroscopies on one platform. In this webinar, we discuss the spectroscopic capabilities of the SMS system, showing example applications for Raman, Photoluminescence (Fluorescence), Lifetime, Reflectance, Transmittance, Darkfield Scattering, and Electroluminescence. In each case, we provide details of the turnkey system configuration as well as the results obtained.

200 AÑOS DEL ELECTROMAGNETISMO 200 YEARS OF ELECTROMAGNETISM

Francisco Ortiz-Nieto¹⁰

Resumen

Esta presentación estará enfocada en los siguientes aspectos: I. Síntesis Histórica. II. Teoría Electromagnética. De la Inducción a las Ondas. III. Aplicaciones (Siglo XX) IV. Electrodinámica V. Aplicaciones en Medicina.

EL PALEOMAGNETISMO: DESDE EL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE A LOS MOVIMIENTOS EN LA CORTEZA DE LA TIERRA PALEOMAGNETISM: FROM THE EARTH'S MAGNETIC FIELD TO MOVEMENTS IN THE EARTH'S CRUST

**Juan José Villalaín Santamaría¹¹
Universidad de Burgos**

Resumen

El paleomagnetismo es el estudio del Campo Magnético Terrestre del pasado mediante el análisis de la magnetización remanente natural (NRM) registrada en las rocas. En la conferencia se presentan los fundamentos básicos del paleomagnetismo: las características del Campo Magnético Terrestre, así como las propiedades magnéticas de los materiales en general y de los minerales ferromagnéticos en particular que permiten el registro del mismo en las rocas de la corteza. A partir de ello, se explicarán las aplicaciones del paleomagnetismo y del magnetismo de las rocas a las ciencias de la Tierra, desde la geocronología, a partir de las variaciones temporales del campo magnético terrestre, hasta las aplicaciones tectónicas,

9 PhD in Materials Science and Engineering. Email igor.carvalho@horiba.com

10 Master en Ingeniería Biomédica The University of Texas. Email francisco@ortiz.se

11 PhD en Ciencias Físicas. Email villa@ubu.es

pasando por el arqueomagnetismo y el magnetismo ambiental. El claro carácter interdisciplinar entre la Física y la Geología hacen del paleomagnetismo una de las técnicas interdisciplinarias más transversales de las ciencias de la Tierra.

**ESTUDIOS RECIENTES SOBRE DESCARGAS DE PLASMA UTILIZADAS PARA ESTUDIOS Y PRODUCCIÓN DE RECUBRIMIENTOS DLC (DIAMOND-LIKE CARBON).
RECENT STUDIES ON PLASMA DISCHARGES USED FOR STUDIES AND PRODUCTION OF DIAMOND-LIKE CARBON (DLC) COATINGS.**

Marco Antonio Ramírez Ramos¹²

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE Universidade do Vale do Paraíba UNIVAP

Resumen

Los sistemas de deposición de películas delgadas de carbono, por ejemplo, DLC Diamond-Like Carbon (carbono tipo diamante) se han diversificado bastante. Las propiedades únicas de este tipo de recubrimientos y las numerosas áreas de aplicación han llevado a muchos estudios más allá de las técnicas utilizadas para su creación, IBAD (Ion Beam Assisted Deposition) y la más utilizada en sistema comercial, PVD (Physical Vapor Deposition). En este trabajo se mostrarán los avances con la técnica PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition), evidenciando un nuevo concepto que involucra un proceso de confinamiento de cargas (electrones e iones). Este proceso de confinamiento proporcionará un mayor control del proceso de deposición de DLC en función de los parámetros internos que influyen en las propiedades del revestimiento respectivo, incluida una estructura con densidad de hidrógeno controlada, como se denomina por las películas de DLC de carbono hidrogenado amorfo (a-C:H). Estos estudios se han visto respaldados por las ventajas de nuevas aplicaciones y atractivos científicos de fuerte impacto. Propiedades superiores como: menor coeficiente de fricción, mayor inercia química, mayor dureza, mayor resistencia al desgaste, biocompatibilidad, acción bactericida, mayor adherencia sobre diferentes materiales de sustratos, etc. Sin embargo, es necesario un desafío muy grande en materia científica y tecnológica. Superar, especialmente en lo que respecta a la tensión residual, la mejora de la adherencia para grandes aplicaciones y espesores. Entonces, en esta presentación se discutirá una técnica PECVD DC pulsada que fue modificada con el confinamiento de electrones y de iones dentro de un cátodo adicional, en descarga de plasma frío, incluyendo algunas propiedades del plasma a muy baja presión (proceso sin colisión). Y algunos datos de la sonda Langmuir. Algunas propiedades superiores de DLC, como algunos ejemplos, se presentarán y discutirán en detalle. Además, el bajo costo, la operación fácil, escalable para grandes volúmenes también se demostró que es factible y también se presentarán algunas observaciones.

**EEM: EXPERIENCIAS TEÓRICO-EXPERIMENTALES DE MODELADO
EEM: THEORETICAL-EXPERIMENTAL MODELING EXPERIENCES**

Alexander Agudelo Cárdenas¹³

Universidad de La Salle San José de Costa Rica

Resumen

Se presenta una exposición sobre una construcción epistemológica – ontológica, de lo que denominó como “Experiencias Teórico – Experimentales de Modelado EEM: una propuesta alternativa, hacia la construcción de pensamiento científico crítico”. La charla expondrá sobre la problematización de los conceptos de

¹² Doctorado en Ingeniería y Ciencias de Los Materiales. Email marco.antonio@univap.br

¹³ Candidato a Doctor en Educación.

modelo, modelado y modelización, buscando la construcción de puentes epistemológicos entre la mirada del científico, la mirada del profesor y su transposición en contextos escolarizados y desescolarizados; todo lo anterior, en el marco de la complejidad y la teoría de sistemas complejos orientado al tránsito del pensamiento científico moderno al pensamiento científico contemporáneo (conjunción bucleana del pensamiento computacional, el pensamiento matemático y el pensamiento científico).

ALGUNOS MALENTENDIDOS RELACIONADOS CON LA ENSEÑANZA DE LA MAGNETOSTÁTICA Y SUS RAÍCES HISTÓRICAS.

SOME MISUNDERSTANDINGS RELATED TO THE TEACHING OF MAGNETOSTATICS AND ITS HISTORICAL ROOTS.

Friedrich Herrmann¹⁴
Universidad de Karlsruhe

Resumen

La magnetostática puede presentarse en perfecta analogía con la electrostática, incluyendo los efectos en la materia, es decir, la descripción de los materiales magnéticos duros y blandos. Por lo tanto, es sorprendente que la comprensión de los estudiantes sea mucho menor cuando se trata de la magnetostática que de la electrostática. En primer lugar, en la charla, se presenta la analogía entre los dos campos. Luego se exponen errores típicos de los estudiantes y se investigan sus causas. Finalmente se muestra cómo hacerlo mejor.

DISPOSITIVOS NANO ELECTRÓNICOS: DEL MOSFET AL GFET NANO ELECTRONIC DEVICES: FROM MOSFET TO GFET

Ferney Alveiro Chaves¹⁵
Universidad Autónoma de Barcelona

Resumen

Sin duda alguna uno de los dispositivos que ha revolucionado el mundo de la tecnología y en particular la electrónica, en todo su desarrollo, ha sido el transistor. De hecho, muchos consideran al transistor como el mayor invento del siglo XX. El transistor es el dispositivo electrónico básico que dio lugar a los circuitos integrados. Si la gran invención del siglo XIX fue la Máquina de Vapor de James Watt, la era de las comunicaciones se ha basado en el transistor.

En esta charla se presentará brevemente la evolución del transistor electrónico desde su creación en 1947 en los Laboratorios Bell, hasta los transistores basados en materiales bidimensionales tales como el Grafeno y Dicalcogenuros de Metales de Transición (TMDs por sus siglas en inglés). Se destacarán las principales características eléctricas en cada caso y su implicación en el desarrollo de la tecnología. Paralelamente se presentará el conjunto de ecuaciones de la teoría electromagnética que permiten modelar el comportamiento eléctrico del transistor, y cómo dichos modelos son útiles para la comprensión y predicción de nuevos dispositivos electrónicos basados en materiales bidimensionales.

¹⁴ PhD en Física. Email friedrich.herrmann@icloud.com

¹⁵ PhD Ingeniería Electrónica. Email ferneyalveiro.chaves@uab.cat

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA APLICADA A INGENIERÍA: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA TEACHING PHYSICS APPLIED TO ENGINEERING: A METHODOLOGICAL PROPOSAL

Francisco Javier Amórtegui Gil¹⁶
Universidad Nacional de Colombia

Resumen

Luego de varios años con dificultades en la enseñanza del electromagnetismo, en la que el docente es consciente de que solo una pequeña parte de los estudiantes de la clase está comprendiendo y que la gran mayoría sólo cumple con los mínimos de la exigencia del curso para aprobar, vi la necesidad de que el conocimiento apropiado fuera realmente útil, aplicado a las necesidades de su vida y que no lograra apartar a los estudiantes del mismo en lo que queda de su formación y luego en su carrera profesional. La alternativa fue crear una asignatura, que los estudiantes cursan cuando hayan aprobado el 70% de la carrera en la que estos, con la realización de proyectos cortos, integran los conocimientos de la carrera ya vistos y aprobados, en física, termodinámica y transmisión de calor, electromagnetismo, teoría de circuitos, mecánica y resistencia de materiales, fotometría, complementando con trabajo en estadística, economía y métodos numéricos. En esta conferencia presentaré la experiencia y los logros con miras a invitar a evaluarla desde el punto de vista científico y pedagógico.

EL ORIGEN DEL ELECTROMAGNETISMO VISTO DESDE LA MENTE DE CRISTIAN OERSTED THE ORIGIN OF ELECTROMAGNETISM AS SEEN FROM THE MIND OF CHRISTIAN OERSTED

Omar Bohórquez Pacheco¹⁷
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

A finales del siglo XVIII e inicios del XIX se gestó la creación de una de las ramas de la física más fundamentales de todos los tiempos. El electromagnetismo es un proyecto desarrollado por grandes personajes de la ciencia como; Galvani, Volta, Faraday, Ampere entre otros. Dentro de este gran grupo de científicos se destaca la figura de Cristian Oersted.

Esta charla de carácter divulgativo pretende presentar la vida y obra de Cristian Oersted. La narración destacará el contexto histórico, cultural y científico de su época, lo cual permitirá comprender la magnificencia de su descubrimiento. En este viaje se develará la influencia de Kant en su pensamiento, así como la alta comprensión que tiene este sobre el arte de la ciencia experimental. A través de este relato se podrá entender la perspectiva de las ciencias experimentales de aquel tiempo en contraste con la actualidad. También se logrará percibir la importancia que tiene un proyecto filosófico y epistemológico en la consecución de un gran descubrimiento científico. En este sentido el descubrimiento realizado por Cristian Oersted será uno de los hallazgos más importantes de toda la humanidad, el cual generaría una revolución sin parangón en la ciencia y en la sociedad hasta nuestros días.

16 Ingeniero Electricista. Email fjamorteguig@unal.edu.co

17 Magíster en Ciencias-Astronomía. Email oabohorquezp@correo.udistrital.edu.co

A UNIFORM MOMENTUM ZONE-VORTICAL FISSURE MODEL OF THE TURBULENT BOUNDARY LAYER

Juan Carlos Cuevas Bautista¹⁸
University of New Hampshire

Abstract

Fluid flow processes in nature and engineering applications are omnipresent: from the transport of oxygen molecules in our blood, fuel-air mixing in a combustion chamber, to the transport of pollutants by the atmosphere. The more likely state attributable to these flows is turbulent, which is characterized by possessing a chaotic and complex dynamics. The governing equations for these are impossible to solve. In the absence of analytical solutions, statistical methods are essential to understand the complex behavior of turbulent flows. Many statistical methods, such as those using the Reynolds averaging, study the average behavior of the flow and hence they inherently obscure the instantaneous processes of momentum and energy transport. In this talk a model that attempts to mitigate these difficulties is presented. This is addressed by assuming that the dynamically important processes governing turbulent transport are owed to the interactions between the vorticity field, which quantifies the level of fluid rotation, and the wall-normal velocity v . Effectively, it is assumed that turbulent transport is a consequence of the wall-normal motions of concentrated zones of vorticity. The basis of this assumption is evidenced by the following relation

$$-\frac{\partial \overline{uv}}{\partial y} \cong \overline{v\omega_z} - \overline{w\omega_y}$$

where u , v and w denote the streamwise, wall-normal and spanwise fluctuating velocity respectively, the subscript on denotes the component of the fluctuating vorticity, and an overbar denotes a correlation. The left-hand side of the equation is the Reynolds stress gradient (responsible for turbulent transport) and the right-hand side of the equation are the velocity vorticity correlations.

VIGENCIA DE LA TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA CLÁSICA EN LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLOGÍAS MODERNAS

VALIDITY OF CLASSICAL ELECTROMAGNETIC THEORY IN SCIENTIFIC RESEARCH AND MODERN TECHNOLOGIES

César Herreño Fierro¹⁹
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Hace ciento sesenta años James Clerk Maxwell completó la teoría electromagnética clásica. Esta teoría fue revolucionaria por unificar las teorías de la electricidad, el magnetismo y la óptica en un solo cuerpo teórico. En el último siglo, con el surgimiento de teorías modernas como la mecánica cuántica y las teorías de relatividad, la atención de gran parte de la comunidad científica se orientó hacia estas nuevas teorías que han provisto satisfactoria comprensión a fenómenos naturales que las teorías clásicas no podían explicar, a la vez que han dado las bases para soluciones tecnológicas. En particular, la óptica se ha beneficiado de la mecánica cuántica al permitir comprender de mejor manera el problema de la interacción radiación-materia en sistemas de baja dimensionalidad. Esto, junto al desarrollo prominente de las técnicas de nanofabricación, ha generado un escenario de investigación muy atractivo para la comunidad científica

¹⁸ PhD Ingeniería Mecánica. Email jcc1@wildcats.unh.edu

¹⁹ PhD Ciencias-Física. Email caherrenof@udistrital.edu.co

denominado nanociencia o nanotecnología, en el que pareciera que la teoría electromagnética clásica ya no tiene protagonismo ni vigencia.

En esta charla se presentan algunos desarrollos recientes en el campo de la nanofotónica en los que las aproximaciones electromagnéticas clásicas aún cuentan con un papel protagónico, lo cual demuestra la vigencia de la teoría de Maxwell en la ciencia de hoy.

TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA DE FOTOEMISIÓN – PRINCIPIOS BÁSICOS Y ALGUNOS USOS PHOTOEMISSION SPECTROSCOPY TECHNIQUE - BASIC PRINCIPLES AND SOME APPLICATIONS

Elena Echeverría Mora²⁰

Universidad Estatal de Oklahoma

Resumen

La espectroscopia de fotoemisión, PES por sus siglas en inglés (PhotoElectronSpectroscopy) es una técnica muy eficiente y poderosa para caracterizar materiales. Aunque esta técnica solo ofrece información a nivel de la superficie del material, es posible obtener información útil de la estructura y composición de las muestras bajo estudio si la superficie no difiere mucho del resto de la muestra. Dependiendo de la fuente de energía utilizada durante la colección de datos, es posible obtener información de la composición elemental, los enlaces químicos, y/o la banda de valencia del material estudiado. La charla tiene como objetivo proporcionar una comprensión general de cómo funciona esta técnica y cómo se puede utilizar para obtener un conocimiento importante del sistema de interés, así, los conceptos básicos de cómo funciona la espectroscopia de fotoemisión serán presentados, junto con dos ejemplos de aplicación de la técnica para obtener información más allá de una simple caracterización.

UNIDADES DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS) COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

POTENTIALLY SIGNIFICANT TEACHING UNITS (PTSU) AS A DIDACTIC STRATEGY IN PHYSICS EDUCATION

Marco Antonio Moreira²¹

Universidad Federal de Río Grande del Sur

Resumen

Se propone la construcción de una secuencia de enseñanza y aprendizaje (una TLS/Teaching Learning Sequence) fundamentada en teorías de aprendizaje, particularmente la del aprendizaje significativo. Partiendo de las premisas de que no hay enseñanza sin aprendizaje, de que la enseñanza es el medio y el aprendizaje es el fin se propone esa secuencia como una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS). Son sugeridos pasos para su construcción y son dados ejemplos en la enseñanza del electromagnetismo.

20 PhD en Física. Email elena.echeverria@okstate.edu

21 PhD en Enseñanza de las Ciencias. Email moreira@if.ufrgs.br

TALLERES

LAS HERRAMIENTAS Y OTROS DISPOSITIVOS MECÁNICOS Re: UNA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

LAS HERRAMIENTAS Y OTROS DISPOSITIVOS MECÁNICOS: UNA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Edward Alexander García Sánchez²²

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Vivimos cada vez más en un mundo gobernado por explicaciones mágicas o irracionales, en el sentido que el funcionamiento de varios artefactos y herramientas que se utilizan en la cotidianidad se definen desde apariencias netamente superficiales, sin hacer el más mínimo análisis de su estructura y mucho menos sobre la tarea de cada una de sus piezas. Muchas de estas herramientas manuales han sido abandonadas debido al avance del mundo digital; aproximarse a construir explicaciones que logren dar cuenta del funcionamiento de estos dispositivos en la finalidad de la clase de física. Este taller estará enfocado en el estudio de las palancas, trabajando con dos situaciones que permitirán a los asistentes construir explicaciones de los fenómenos visualizados en las actividades propuestas. En un primer momento se trabajará con una escoba, la cual se pretende ubicar de manera horizontal sobre un dedo logrando permanecer en equilibrio y con base en esta experiencia, proponer algunos cuestionamientos para lograr establecer los diferentes modelos de explicación que tienen los asistentes al taller. Esta experiencia también se quiere trabajar a un nivel escala, donde la escoba será sustituida por un palo de pincho con una esfera de plastilina en uno de sus extremos, esto con el fin de dar respuesta a uno de los cuestionamientos propuestos en la primera parte del taller y que seguramente causará sorpresa en los asistentes al mismo, obligándolos a formular nuevos modelos de explicación frente a la situación conflictiva. En un segundo momento se presentará una balanza de brazos iguales, que tiene 9 agujeros en cada uno de ellos y en los cuales se ubicarán pesos de igual masa. El objetivo de este trabajo es que los asistentes al taller logren establecer varias formas de equilibrio en la balanza para las situaciones propuestas, para ello deberán realizar varios intentos e ir llevando un registro de las diferentes formas de equilibrio encontradas. Al finalizar el trabajo, los asistentes habrán establecido por sí mismos la ley de la palanca, permitiendo dar una breve explicación sobre el torque y las diferentes representaciones que tiene este en la vida cotidiana.

EXPERIMENTOS DISCREPANTES PARA LA ENSEÑANZA DE LA MECÁNICA

DISCREPANT EXPERIMENTS FOR THE TEACHING OF MECHANICS

Angie González Ospina²³

David Rodríguez Barbón²⁴

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La metodología tradicional para enseñar física no es la más apropiada para incentivar a los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia, dado que para ellos no es muy atractivo el hecho de demostrar algunos enunciados físicos por medio de las matemáticas, ellos prefieren el poder experimentar e interactuar para poder llegar a alguna conjetura respecto a alguna temática en particular. Es a partir de esta premisa

22 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail alexanderg-93@hotmail.com

23 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail ango110314@gmail.com

24 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail david.fiscaud@gmail.com

que se pretende generar algunos módulos de trabajo, los cuales servirán como apoyo para los docentes en formación que estén interesados en hacer uso de nuevas estrategias pedagógicas para la enseñanza de la física. En el taller se quiere dar a conocer algunos de los experimentos que se desarrollarán en uno de los módulos que se pretende construir. Estos experimentos estarán enfocados en el campo de la mecánica clásica y a partir de estos experimentos es posible abordar temas como el centro de gravedad, la conservación de la energía, entre otros

ANALIZANDO LA MÚSICA Y EL SONIDO ANALYZING MUSIC AND SOUND

Jeison Steven González Pinzón²⁵

Joan Steven Henao Plaza²⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En la música y en la comunicación personal es evidente que no todos los instrumentos suenan igual y todas las personas tienen diferencias en la voz. Razón por la cual se llega a una pregunta bastante general, cuya respuesta está en el análisis del sonido. Saber qué es lo que compone la voz o el sonido de un instrumento; son aspectos que al final generan una relevancia en la idea de la escucha, identificar a una persona sin necesidad de mirarla o reconocer a tu cantante favorito solamente con escucharlo cantar una canción. Todo ello, que está inmerso en la física del sonido, lleva a pensar un taller que además de construir una idea de la voz y el sonido particular de un instrumento, se logre conocer la verdadera composición de los sonidos musicales.

HISTORIETAS CONCEPTUALES CONTEXTUALIZADAS: INNOVACIONES NARRATIVAS PARA LA CLASE DE FÍSICA CONTEXTUALIZED CONCEPTUAL COMICS: NARRATIVE INNOVATIONS FOR THE PHYSICS CLASSROOM.

Jaime Duván Reyes Roncancio²⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se afrontan algunas dificultades que trascienden del plano conceptual y procedimental, al desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes tales como proponer problemas, plantear hipótesis, discutir, poner las hipótesis a prueba, organizar y sistematizar coherentemente los resultados (Gil, Verdù, Martínez, Torregrosay Osuna, 2002, Citado en Guisasola, Almudi, Zubimendi, Ceberio & Mikel, 2007). Dichas dificultades requieren que el profesor se cuestione sobre sus procesos de enseñanza, planteándose a sí mismo la necesidad de innovar y transformar su quehacer dentro del aula de clase con el propósito de que el estudiante construya conocimiento científico que logre utilizar en su vida

25 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail jesgonzalezp@correo.udistrital.edu.co
26 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail jshenaop@correo.udistrital.edu.co
27 Educación. E-mail jdreyesr@udistrital.edu.co

cotidiana y así ampliar su comprensión del mundo, es decir se reformula el papel tradicional del profesor como simple transmisor de información y el del estudiante como sujeto pasivo, a una relación más cercana de diálogo, discusión y acuerdos (Sandoval & Mora, 2011). Una de las propuestas de innovación que surge es la implementación de Historietas Conceptuales Contextualizadas (HCC) en la enseñanza de las ciencias, estas historietas se construyen a partir de situaciones que resultan cotidianas para el estudiante y emplean como discurso las explicaciones que generalmente los estudiantes dan a dichas situaciones. Las (HCC) consisten en un conjunto de viñetas secuenciales en la que se ilustra el desarrollo de situaciones cotidianas susceptibles de ser explicadas por medio de teorías y/o conceptos científicos. A diferencia de los desarrollos en Concept Cartoon, esta obra contextualiza la historieta conceptual tanto en el tiempo como en el espacio – lugar de desarrollo, así mismo los textos o diálogos adquieren una connotación asociada a los personajes en relación con sus interacciones con objetos concretos o con otros personajes (Reyes & Romero, 2017; Reyes, Romero y Bustos, 2018). Las HCC se emplean como herramienta para generar preguntas y explicaciones sobre fenómenos naturales, motivando a los estudiantes a la búsqueda, organización, sistematización de la información y el desarrollo de habilidades de pensamiento científico. El propósito de este taller es socializar el proceso de construcción, implementación y validación de las HCC, así como algunos resultados tras su aplicación a estudiantes de secundaria en la enseñanza de la física.

INTRODUCCIÓN A LA ANÁLISIS DE DATOS DEL DARK ENERGY SPECTROSCOPIC INSTRUMENT (DESI) INTRODUCTION TO DARK ENERGY SPECTROSCOPIC INSTRUMENT (DESI) DATA ANALYSIS

John F. Suárez-Pérez²⁸

Jaime Romero-Forero²⁹

Universidad de los Andes

Resumen

El Instrumento Espectroscópico de Energía Oscura (DESI, Dark Energy Spectroscopic Instrument) es el proyecto más ambicioso de los últimos años en el campo de la astrofísica. Consiste en un espectroscopio multi - objetos instalado en el telescopio Mayall en el Observatorio Kitt Peak en Arizona. Este instrumento podrá realizar la observación de hasta 30 millones de objetos en el Universo, creando así el mapa más grande del Universo observable. Este mapa sería el más detallado logrado hasta ahora, observando un gran volumen del Universo que abarca alrededor de 11 mil millones de años hacia el pasado. Con las observaciones hechas por DESI se busca entender la naturaleza de la expansión del Universo como un efecto de la energía oscura. En este taller se manipularán algunos de los primeros datos tomados por DESI, utilizando DESI High School, un conjunto de herramientas escritas en lenguaje phyton, diseñadas por científicos que forman parte de esta colaboración.

LOS COHETES: UNA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA ROCKETS: AN ALTERNATIVE FOR PHYSICS EDUCATION

Daniela Montero Gómez³⁰

Jorge Luis Panche Carrillo³¹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

28 Estudiante de doctorado. E-mail jf.suarez@uniandes.edu.co

29 PhD. Física. E-mail je.forero@uniandes.edu.co

30 Estudiante Licenciatura en Física E-mail dmonterog@correo.udistrital.edu.co

31 Estudiante Licenciatura en Física E-mail jlpanchec@correo.udistrital.edu.co

Resumen

Los cohetes son objetos fabricados que, desde el siglo XX, han venido siendo modificados y mejorados para alcanzar distancias cada vez mayores con el fin de explorar el universo. Ahora bien, estos objetos abordan fenómenos interesantes que desde el campo de la física pueden ser curiosos y llamativos para cualquier persona. En la actualidad existen prototipos de cohetes sencillos que se pueden construir con materiales fáciles de conseguir, como los cohetes propulsados por agua o propulsados por reacciones químicas. Estos prototipos son empleados en las aulas de clase como una herramienta que permite aprender sobre los fenómenos físicos, la construcción y el funcionamiento de los cohetes. Dicho aprendizaje, trae consigo, formas de explicación que elaboran las personas para dar cuenta de lo que observan o experimentan. La socialización y el análisis de las formas de explicación o modelos explicativos de las personas, abre la posibilidad de proponer un taller sobre cohetes con un enfoque experimental, dirigido hacia docentes en formación para la enseñanza de fenómenos físicos a través de modelos explicativos.

USO DE BASES DE DATOS Y TÉCNICAS DE BIBLIOMETRÍA PARA EL DESARROLLO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

USE OF DATABASES AND BIBLIOMETRIC TECHNIQUES FOR SCIENTIFIC RESEARCH DEVELOPMENT

Mateo Mancera³²

Alejandro Hurtado Márquez³³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En la actualidad se cuenta con acceso a una gran cantidad de información científica almacenada en bases de datos a las cuales se puede acceder mediante la biblioteca de la universidad, esta información es desconocida para muchos estudiantes del proyecto curricular. En este taller se pretende enseñar a los estudiantes a hacer uso de las bases de datos a las cuales se tiene acceso mediante la universidad, adicionalmente se enseñara a usar el programa libre VOSviewer que permite realizar un análisis bibliométrico de grandes cantidades de información, dando la posibilidad de hacer mapas donde se ilustran las relaciones entre los diferentes autores de un tema, o las palabras más usadas que den una imagen de cuáles son las tendencias o las oportunidades de investigación en determinada área de la ciencia.

INTRODUCCIÓN A DOCKER: UNA ALTERNATIVA A LAS MÁQUINAS VIRTUALES TRADICIONALES

INTRODUCTION TO DOCKER: AN ALTERNATIVE TO TRADITIONAL VIRTUAL MACHINES

Oscar Alejandro Díaz Sanguino³⁴

Edwin Munévar Espitia³⁵

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Desde hace bastante tiempo las aplicaciones se han instalado ya sea desde un sistema operativo que controla el respectivo hardware subyacente. Esto generó que el software fuese difícilmente portable entre plataformas una vez compilado. Con la llegada de la virtualización, los "Hipervisores" permitieron tener varias máquinas en un solo sistema físico emulándolas por completo de manera aislada. Sin embargo, a pesar de su versatilidad estas máquinas consumen una gran cantidad de recursos. A causa de ello, surge Docker

32 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail bmmanceram@correo.udistrital.edu.co

33 MsC Energías renovables. E-mail ahurtado@udistrital.edu.co

34 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail oadiazs@correo.udistrital.edu.co

35 PhD Física. E-mail emunevare@udistrital.edu.co

como una alternativa a las máquinas virtuales tradicionales, en donde por medio de contenedores se corren aplicaciones o sistemas sin emular la máquina completa (usando “hipervisores”), es decir, aprovechando las funcionalidades brindadas por el sistema huésped sin la necesidad de emular una arquitectura completa.

SIMULACIÓN DE UN CAMPO ELÉCTRICO DE N-PARTÍCULAS PUNTALES EN 3D SIMULATION OF A 3D ELECTRIC FIELD OF N-POINT PARTICLES

Rhonal Smith Patiño Guevara³⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En este taller, se pretenden realizar varios programas en Geogebra en los cuales se simulará un campo Eléctrico de n-partículas puntuales en 3D, partiendo de las definiciones de electromagnetismo, sus componentes y la dinámica del programa. El taller consiste en hacer tres programas desde el inicio: el primer ejercicio es crear una carga puntual de carácter atractivo o repulsivo. El segundo ejercicio es un programa del campo eléctrico 3 o 4 cargas puntuales en 3D variando posiciones y magnitud de las cargas y haciendo una generalización para n-partículas y mostrando las visualizaciones de dichos programas.

PENSEMOS SOBRE EL ESPACIO, TIEMPO Y MOVIMIENTO LET'S THINK ABOUT SPACE, TIME AND MOTION

Joseph Sebastián Hernández Rodríguez³⁷

Ivon Manuela Acosta Huertas³⁸

Olga Lucia Castiblanco Abril³⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Abordamos los conceptos de espacio, tiempo y movimiento desde la noción clásica de Aristóteles, pasando por las propuestas de Newton hasta la definición moderna de Einstein. Se tendrá en cuenta el experimento ilustrativo y el experimento virtual como tipologías de experimentación para ilustrar los fenómenos que involucran los conceptos aquí trabajados. Para ello se han contemplado tres perspectivas de abordaje del tema, que secuencialmente serán; acercamientos desde la fenomenología, enseguida análisis físico-matemático y finalmente la modelación del fenómeno. Los conceptos son presentados y debatidos desde una perspectiva histórica y epistemológica. Como recursos de apoyo diseñamos maquetas y una simulación que son puestas en escena para el estudio de magnitudes difíciles de medir en la realidad.

SIMULACIÓN ÓPTICO DE INTERACCIÓN RADIACIÓN-SUPERFICIE OPTICAL SIMULATION OF RADIATION-SURFACE INTERACTION

Rhonal Smith Patiño Guevara⁴⁰

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Con este taller se pretende realizar un programa en Geogebra, de un sistema óptico en el que se genera una circunferencia de varios sectores con un determinado color en un plano. A partir de esto se hará una interacción sobre un lente convexo. Después de dicha interacción se recolecta la información en un plano.

36 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail rspatinog@udistrital.edu.co

37 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail jossbernandezr@correo.udistrital.edu.co

38 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail imacostah@correo.udistrital.edu.co

39 PhD. Educación para la Ciencia. E-mail olcastiblancoa@udistrital.edu.co

40 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail rspatinog@udistrital.edu.co

Y al final, se presenta una generalización para todo tipo de superficies geométricas y funciones de la forma $f(x, y)$. Esto con el fin de que los estudiantes y docentes aprendan a través de la participación en este taller, a hacer este tipo de animaciones en óptica, los cuales facilitan la investigación en este tema.

PONENCIAS ORALES

LA TRAGICÓMICA HISTORIA DE LA MECÁNICA ESTADÍSTICA THE TRAGICOMIC HISTORY OF STATISTICAL MECHANICS

José Luis Rodríguez Amado⁴¹

Omar Bohórquez Pacheco¹⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En esta exposición se abordarán los personajes e ideas centrales que dieron pie a la mecánica estadística. En este viaje se encontrarán personajes de la talla de Daniel Bernoulli (1700-1782), Isaac Newton (1642-1727), Leonard Euler (1707-1783), exponentes de la física Barroca. También, se destacarán personajes como Herapath (1790-1868), Humphry Davy (1778-1829) y Waterston (1811-1883) exponentes de una física que se podría llamar Romántica. Quienes auspiciaron en primera instancia la teoría cinética de los gases, hasta llegar al famoso teorema de equipartición de la energía que fue establecido por Krönig (1822-1879), Maxwell (1831-1879) y Boltzmann (1844-1906). Los representantes de la física de finales del siglo XIX introdujeron unas herramientas físico -matemáticas más elaboradas y mejor sustentadas. Es crucial exponer con ahínco la vida de Ludwing Boltzmann y sus grandes ideas acerca de la segunda ley de la termodinámica. Sus propuestas se vieron fuertemente influenciadas por James Clerk Maxwell y Josef Stefan; sus discusiones acerca de la reversibilidad con Loschmidt lo llevarían a formular la mecánica estadística. Luego de que los científicos de la época victoriana plantearon los fundamentos de la física estadística, esta tuvo profundas implicaciones filosóficas que trascendieron hasta lo que hoy se denomina mecánica cuántica. En este trabajo se pretende hacer una reflexión respecto a la no linealidad de la historia, también, destacar que las sociedades científicas no siempre están en lo correcto y no son dueñas de la verdad, más parece ser la historia la jueza, aunque no siempre dé recompensas. Además, se responderá ¿Por qué se suicidó realmente Ludwing Boltzmann? Aunque pretenciosa nuestra respuesta parece más justa que cualquier otra relacionada con su genio científico.

ACERCAMIENTO A LA ESPECTROSCOPIA Y ANÁLISIS DE LOS PRECONCEPTOS DE UN PÚBLICO INTERESADO EN LA ASTRONOMÍA

APPROACH TO SPECTROSCOPY AND ANALYSIS OF THE PRECONCEPTIONS OF AN AUDIENCE INTERESTED IN ASTRONOMY

Medrano, Jhoan⁴²

Bermejo Yuritza, Gómez Zoé⁴³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La espectroscopia es uno de los estudios de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia; fue construida con ayuda de grandes científicos como Newton, Huygens, haciendo hincapié en los

41 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail jolrodriguez@correo.udistrital.edu.co

42 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail jmmedranoh@correo.udistrital.edu.co

43 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail zggomezg@correo.udistrital.edu.co

descubrimientos de Joseph Von Fraunhofer con las líneas espectrales y la investigación a profundidad realizada por Gustav Kirchhoff y Robert Bunsen. Esto ha permitido que se logre descubrir la composición de nuestro universo, además de encontrar diversas aplicaciones en la caracterización de compuestos en diferentes ramas de la ciencia como lo son la astronomía, biología, química y física. Se busca dar a conocer los datos obtenidos conforme a una actividad en enseñanza de la espectroscopia, que se ha aplicado a un grupo poblacional entre los 17 y los 25 años de edad. En esta actividad se buscó que los asistentes pudieran relacionarse con este estudio teniendo presentes los conocimientos previos y esperando que los conceptos exhibidos durante las charlas sean adquiridos. Las conclusiones y resultados de la actividad fueron obtenidos por medio del análisis de datos descriptivo e inferencial frente a sus conocimientos básicos sobre espectroscopia y sus distintas aplicaciones en la actualidad, para esto se emplearon encuestas, talleres y charlas que se realizaron de manera virtual, dando un enfoque interactivo que permitió edificar el concepto, siendo el objetivo principal acercar a esta población a la espectroscopia, mediante el reconocimiento del papel preponderante que ha tenido éste desarrollo.

EL EFECTO MAGNUS. UNA APLICACIÓN FÍSICA EN LOS DEPORTES THE MAGNUS EFFECT. A PHYSICAL APPLICATION IN SPORTS

Samuel Mauricio Cruz⁴⁴

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Descrito por primera vez en 1852 por Heinrich Magnus, el efecto Magnus es una fuerza generada por un objeto giratorio que viaja a través de un fluido viscoso, donde el sentido de giro dicta la orientación de la fuerza. Este efecto hace que las corrientes de aire circundantes al objeto, sean arrastradas en una dirección particular, haciendo que los objetos tomen una dirección en particular y esto destaca plenamente en los eventos deportivos, entornos que, si bien quizás no conozcan los practicantes de los mismos, se procederá a sustentar por qué es determinante este fenómeno en los resultados de una competencia.

EL CAMINO A LA GRAVEDAD EINSTEINIANA: LA IMPORTANCIA DEL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA EN LA INTRODUCCIÓN DE LA RELATIVIDAD GENERAL THE ROAD TO EINSTEINIAN GRAVITY: THE IMPORTANCE OF THE EQUIVALENCE PRINCIPLE IN THE INTRODUCTION OF GENERAL RELATIVITY

Cesar Ayala⁴⁵

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La teoría general de la relatividad (TGR) fue el resultado del trabajo de Albert Einstein, en colaboración con varios científicos, durante poco más de una década, para dar respuesta al principal problema de su revolucionaria teoría especial de la relatividad (TER), que a pesar de resolver los problemas en cuanto a la invariancia de las leyes físicas en marcos de referencia inerciales, su punto crítico y débil eran los marcos de referencia acelerados, los cuales eran muy importantes en la construcción de una nueva mecánica generalizada a altas velocidades. Hoy en día son muchos los que centran su atención en la TGR y se enfocan en las consecuencias generadas de la resolución de la ecuación de campo, aplicando el cálculo tensorial y sintetizando predicciones del análisis de su matemática elegante; sin embargo, cuando el problema de enseñar los principios de esta teoría se presenta en una demanda de conocimiento por parte de la sociedad,

44 Estudiante Licenciatura en Física E-mail smcruzd@correo.udistrital.edu.co

45 Estudiante Licenciatura en Física E-mail cjayalar@correo.udistrital.edu.co

no basta con un lenguaje abstracto a los ojos del público para desentrañar este misterioso avance científico. Conforme a ello y examinando el trabajo de Einstein solo surge una respuesta y es que en el establecimiento de la TGR solo un principio se mantuvo desde los inicios de la resolución del problema de los marcos acelerados, este fue el principio de equivalencia. Teniendo en cuenta este principio y la TER, los fenómenos como la curvatura del espacio-tiempo, la interacción de la luz y el tiempo con el campo gravitacional pueden ser explicados, con experimentos mentales en un inicio y proceder con experimentos mecánicos análogos a los fenómenos, puede hacer que los que busquen comprender la TGR tengan unos conceptos sólidos al momento de afrontar el cálculo tensorial y comprender este como la mejor manera para abordar los problemas que representa el trabajar con espacios no euclidianos.

**SOLUCIÓN ANALÍTICA PARA UN SISTEMA OBJETO-RESORTE INMERSO EN UN FLUIDO CON
CONDICIONES EN EL PLANETA TIERRA**
**ANALYTICAL SOLUTION FOR A SPRING-OBJECT SYSTEM IMMERSSED IN A FLUID WITH CONDI-
TIONS ON THE PLANET EARTH**

Harold Yesid Laserna Diaz⁴⁶
Sergio Libardo Silva Sandobal⁴⁷
Alejandro Hurtado Márquez³³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

El estudio del sistema objeto-resorte ha sido analizado desde diferentes métodos matemáticos, por ejemplo: desde las leyes de Newton, la formulación Lagrangiana y Hamiltoniana y los métodos numéricos para la aproximación de una solución. En el presente trabajo se analiza el caso particular cuando el sistema objeto-resorte está inmerso en un fluido, tal que experimenta una fuerza de empuje; además experimenta la fuerza gravitatoria del planeta Tierra. La modelación matemática de dicho sistema implica una ecuación diferencial de segundo orden con una fuente adicional, con la cual se llega a una solución analítica muy semejante a la solución sin las dos fuerzas adicionales, en donde la oscilación posee una frecuencia análoga a la del sistema objeto-resorte original.

**LA IMPORTANCIA DE LA MAGNETOSFERA TERRESTRE EN LA INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN
SOLAR**
**THE IMPORTANCE OF THE TERRESTRIAL MAGNETOSPHERE IN THE INCIDENCE OF SOLAR
RADIATION**

Andrés Felipe Cerón Molina⁴⁸
Juan Diego Monroy Murcia⁴⁹
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La radiación es uno de los fenómenos más sorprendentes y complejos descubiertos en el último siglo, debido a su repercusión en el pensamiento de la física moderna. Uno de los principales emisores de radiación extraterrestre es el sol, ya sea por su proximidad o por la cantidad de radiación que emite este. La radiación emitida es de tipo ionizante, es decir que se crea una inestabilidad al interactuar con la materia

46 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail hylasernad@correo.udistrital.edu.co
47 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail slsilvas@correo.udistrital.edu.co
48 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail afceronm@correo.udistrital.edu.co
49 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail jdmonroym@correo.udistrital.edu.co

(target), he ahí la importancia de la disipación causada por la magnetosfera, ya que es por ella que la vida tal como la conocemos sea probable.

En el presente trabajo se realizará un análisis físico del campo magnético y de la radiación ionizante emitida por el sol, desarrollando una revisión bibliográfica de estos fenómenos.

ESTUDIO DE UN SISTEMA OBJETO-RESORTE QUE EXPERIMENTA UNA FUERZA DE ARRASTRE USANDO DISTINTOS MÉTODOS DE APROXIMACIÓN NUMÉRICA DE UN PASO
STUDY OF A SPRING-OBJECT SYSTEM UNDERGOING A DRAG FORCE USING DIFFERENT ONE-STEP NUMERICAL APPROXIMATION METHODS

Harold Yesid Laserna Diaz⁴⁶
Sergio Libardo Silva Sandobal⁴⁷
Alejandro Hurtado Márquez³³
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Las soluciones analíticas de problemas físicos conllevan un estudio detallado de un sistema, que en ocasiones resultan demasiado complejas, no intuitivas o no tiene solución. En este trabajo se realiza el análisis del sistema objeto-resorte inmerso en un fluido y con una fuerza de arrastre proporcional al cuadrado de la velocidad del objeto con respecto al fluido y su formulación para resolverlo mediante los métodos de aproximación numérica de un paso: Runge-Kutta de cuarto orden, Midpoint, Euler y Heun, en el entorno Julia de programación. Se realiza la iteración para el cálculo del sistema y su aproximación por cada uno de los métodos seleccionados, se grafican los resultados y se compara su error sistemático; se discute la importancia de la utilización de los métodos de aproximación numéricos en la solución de problemas físicos y su potencial en los algoritmos de programación, así como su eficacia en la aproximación de una solución.

APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE BIBLIOMETRÍA EN LA INVESTIGACIÓN EN FÍSICA. CASO DEL EFECTO CORONA
APPLICATION OF BIBLIOMETRIC TECHNIQUES IN PHYSICS RESEARCH. CASE OF THE CORONA EFFECT

Mateo Mancera³²
Alejandro Hurtado Márquez³³
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En la actualidad existe la oportunidad de acceder a una inconmensurable cantidad de información académica que se encuentra en distintas bases de datos. Al realizar una consulta para una investigación, tal cantidad de información puede suscitar un problema al momento de filtrar para elegir los trabajos que puedan ayudar a construir un estado de arte pertinente. En este trabajo se muestra como el uso de la bibliometría, con base en el uso del programa VOSviewer, puede ser una herramienta de gran ayuda para la selección de bibliografía. Este programa permite crear mapas basados en gran cantidad de datos bibliográficos descargados directamente de las bases de datos, estos mapas permiten ver cómo es la relación entre los diferentes autores a la hora de citarse, la relación entre las palabras claves de distintos trabajos que ayuda a conocer los temas tendencia en determinada área de investigación, entre otros análisis pertinentes para realizar una adecuada revisión bibliográfica. Estas técnicas de bibliometría se presentan aplicadas a

una investigación realizada sobre el efecto corona que se manifiesta en las líneas de transmisión eléctrica. Sobre este tema se pueden evidenciar las diferentes ventajas que ofrece el uso del programa VOSviewer, planteando un amplio campo de aplicación en todas las líneas de investigación.

GENERADORES DE NÚMEROS PSEUDO-ALEATORIOS, ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE ALGORITMOS PSEUDO-RANDOM NUMBER GENERATORS, ALGORITHM ANALYSIS AND IMPLEMENTATION

Oscar Alejandro Díaz Sanguino³⁴
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Los sistemas de alta aleatoriedad están caracterizados por tener una muy alta entropía, existen entornos físicos con un número considerablemente alto de variables que cambian de manera tan sensible, durante un tiempo determinado, las cuales son retroalimentadas y cuyas variaciones llegan a ser caóticas, por ejemplo, las interferencias electromagnéticas, el ruido térmico, los procesos de desintegración radioactiva, los flujos turbulentos, la activación de neuronas en el cerebro, etc. Ahora, un ordenador está diseñado para funcionar de forma ordenada, secuencial y no caótica, a causa de esto es necesario recurrir a artificios matemáticos que brinden de manera iterativa cierta aleatoriedad, con el fin de obtener algo impredecible a partir de una máquina determinista, tal que los patrones sean extremadamente complejos que sean casi imposibles de determinar. Sin embargo, si se conocen las condiciones iniciales exactas se pueden recrear estas iteraciones por lo que solo se pueden generar números pseudo-aleatorios, ya que para este proceso es necesaria una semilla o un punto de donde partir, es decir, una fuente de entropía; así que, entre mayor sea el número de fuentes de entropía, mayor será la aleatoriedad en general. Por lo tanto, se pretende hacer una exploración en los distintos métodos de generación de números pseudo-aleatorios, en distintos contextos con su respectivo análisis y rendimientos, ya que estos son indispensables al momento de simular ciertos sistemas físicos.

LAS SECCIONES CÓNICAS Y ALGUNAS DE SUS APLICACIONES EN LA FÍSICA CONIC SECTIONS AND SOME OF THEIR APPLICATIONS IN PHYSICS

Andrés Rodríguez⁵⁰
Laura Pérez⁵¹
Harold Laserna⁴⁶
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Las secciones cónicas han sido importantes para la solución de problemas matemáticos, representación geométrica y modelamiento de los sistemas físicos. El propósito de este trabajo será conocer sobre ellas, ya que éstas son una base fundamental en varias ramas de la física, como lo son la polarización (modelada mediante una elipse rotada con las secciones cónicas) y la representación del espacio de fase para ciertos sistemas físicos (sistema objeto- resorte). Todo esto es expuesto en este trabajo debido a que las herramientas matemáticas aplicadas a una fenomenología a resolver no son vistas en cursos de física, en cursos de matemáticas o estos son mostrados sin relación alguna.

50 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail anfrodriguez@correo.udistrital.edu.co

51 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail lsperezs@correo.udistrital.edu.co

LA RAZÓN MATEMÁTICA: ARMA PODEROSA DE LA CIENCIA MATHEMATICAL REASON: A POWERFUL WEAPON OF SCIENCE

John Rincón Gómez⁵²

Omar Bohórquez Pacheco¹⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Pueblos antiguos como China, Babilonia y Egipto debido a sus interacciones sociales y comerciales desarrollaron una versión primitiva y pragmática del concepto matemático conocido como razón. Esta primitivamente se define como el cociente entre dos números y además puede emplearse para desarrollar la noción de proporción, la cual resulta de la igualdad entre dos razones matemáticas.

El pueblo Heleno lleva esta abstracción a otro nivel, ya que le da a la noción un carácter más académico. Personajes como; Tales de Mileto, Pitágoras de Samos, Arquímedes de Siracusa y Euclides son protagonistas de grandes proezas al emplear la importante idea. Euclides es uno de los primeros personajes de la ciencia en desarrollar un estudio de la afamada razón Áurea. Razón que fue empleada por el pueblo griego para definir su concepción de belleza arquitectónica. Inspirados en esta concepción y debido a la aritmetización de la matemática, los académicos de la edad media como; Al-Juarismi, Nicolás de Oresme y Leonardo De Pisa realizaron descubrimientos como la famosa sucesión de Fibonacci. En consecuencia, surge en la modernidad lo que se conoce como razón de cambio. La cual, tiene un arduo proceso de construcción gracias a las ideas de Descartes, Fermat, L'Hopital y Galileo, entre otros. Finalmente se gestó la génesis de estas ideas con la creación del cálculo diferencial a través de las mentes de Newton y Leibniz. Este trabajo de carácter divulgativo pretende resaltar la importancia y la evolución histórica del concepto de razón matemática desde sus orígenes. Esto permitirá dar a conocer la construcción y concepción primitiva del cálculo diferencial fundamentado en las razones de cambio.

ESTRUCTURACIÓN DEL DISCURSO A TRAVÉS DE PROCESOS DE MATEMATIZACIÓN EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: EL CASO DE DOCENTES EN FORMACIÓN

DISCOURSE STRUCTURING THROUGH MATHEMATIZATION PROCESSES IN PHYSICS TEACHING: THE CASE OF TRAINEE TEACHERS

Luis Sebastián González⁵³

Olga Lucía Castiblanco Abril³⁹

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En este trabajo se presenta el efecto que tuvo el desarrollo de procesos de matematización de la física en el aula, en los discursos de profesores en formación. Específicamente en la estructuración de sus discursos sobre cómo los docentes en formación asumen esta perspectiva didáctica para propiciar una mayor interacción entre los sujetos y así estimular sus procesos de aprendizaje sobre cómo enseñar la física. La toma de datos se hizo en un curso de didáctica de la física de una universidad pública en Bogotá, con estudiantes de licenciatura finalizando su proceso de formación. El análisis de datos se basa en la metodología de investigación cualitativa de análisis de discurso. Se concluye que esta perspectiva de matematización de la física en la enseñanza, entendida más allá de asumir la matemática como el conjunto de ecuaciones de la física, y pensándola en términos de desarrollo del pensamiento, ofrece un camino para que los docentes visualicen tratamientos alternativos a los contenidos de la física en pro del desarrollo del pensamiento de

52 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail jnrincong@correo.udistrital.edu.co

53 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail sc.gonzalez231997@gmail.com

los estudiantes.

DISEÑO DE PROTOTIPO DE UNIDAD DEDICADA A LA MEDICIÓN DE FLUJO DE LÍQUIDOS CON TRAZABILIDAD A PATRONES INTERNACIONALES EN EL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA (INM)

DESIGN OF A PROTOTYPE UNIT DEDICATED TO THE MEASUREMENT OF LIQUID FLOW WITH TRACEABILITY TO INTERNATIONAL STANDARDS AT THE NATIONAL METROLOGY INSTITUTE (INM).

Cristian Camilo Barrero Jiménez⁵⁴
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La medición de flujo de líquidos en el país carece de una entidad que preste servicios de interoperaciones confiables y que pueda proveer la capacitación adecuada en este tipo de mediciones. El laboratorio de volumen del INM ha reconocido estas carencias y ha propuesto la implementación de un laboratorio de flujo de líquidos que pueda facilitar el aseguramiento de la trazabilidad de estas mediciones, que permita realizar las Inter comparaciones requeridas por los laboratorios del país (que también podrán ser exigidas por el ONAC en el proceso de acreditación de los laboratorios) y que permita la capacitación de toda persona interesada. Son dos los métodos primarios para medición de flujo de líquidos: el método gravimétrico, el método de medición volumétrico; ambos métodos requieren la misma infraestructura base y para ambos métodos el INM cuenta con la infraestructura adecuada para su implementación. Aunque el método gravimétrico es el método primario de mayor jerarquía, el INM considera apropiado desarrollar un estudio sobre los beneficios, los niveles de incertidumbre y también las posibles inconvenientes y obstáculos en la implementación del método de medición volumétrico, con el propósito de escoger el método que más convenga implementar. Este es el punto de partida del trabajo conjunto entre INM y la universidad Distrital Francisco José de Caldas específicamente el proyecto curricular de licenciatura en física que se enfoca en abordar aspectos técnicos y de infraestructura para una futura implementación del método volumétrico en el laboratorio de volumen del INM.

APLICACIONES MÉDICAS DE LA NANOPARTÍCULAS: PRINCIPIOS FÍSICOS Y EVOLUCIÓN DE SU IMPLEMENTACIÓN

MEDICAL APPLICATIONS OF NANOPARTICLES: PHYSICAL PRINCIPLES AND EVOLUTION OF THEIR IMPLEMENTATION

Camila Andrea Gualdría Sandoval⁵⁵
Esperanza del Pilar Infante Luna⁵⁶
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Como su nombre lo indica las nanopartículas son partículas con dimensiones del orden de magnitud de $1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$, lo que posibilita su empleo en diferentes aplicaciones asociadas al estudio, diseño, caracterización, síntesis y aplicación de materiales y sistemas, evidenciando que sus estructuras y componentes exhiben nuevas y mejoradas propiedades físicas, químicas o biológicas debido a su tamaño, en este sentido se ha venido empleando en el área médica con propósitos de seguimiento, control, construcción,

54 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail ccbarreroj@correo.udistrital.edu.co
55 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail cagualdrias@correo.udistrital.edu.co
56 Ph.D Ciencias Biológicas. E-mail epinfantel@correo.udistrital.edu.co

reparación, defensa y mejoramiento de los sistemas biológicos humanos, trabajando desde el nivel molecular y utilizando la ingeniería de dispositivos y nanoestructuras para lograr beneficios en la salud, este campo de aplicación se ha denominado nanomedicina. Existen diferentes tipos de nanopartículas, cuyas características y técnicas de aplicación, han evolucionado, lo que ha posibilitado mejorar su uso como nanoacarreadores, direccionados bajo la influencia de campos magnéticos externos. Con este trabajo daremos a conocer tanto los fundamentos físicos relacionados con el funcionamiento de las nanopartículas, así como la evolución de las técnicas empleadas en experimentos in vivo, con diferentes sujetos.

ESTUDIO DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO EN FUENTES RADIATIVAS POR DECAIMIENTO AM 241 Y RA 226

STUDY OF THE PHOTOELECTRIC EFFECT IN RADIOACTIVE SOURCES BY DECAY AM 241 AND RA 226

Nicolás Pérez⁵⁷

Paula Durán Rodríguez⁵⁸

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Se motivó a realizar este artículo con el fin de proponer desde un modelamiento clásico una estructura matemática y experimental para dar un desarrollo desde la teoría planteada del efecto fotoeléctrico, el poder generar a partir de radiación por decaimiento, energía limpia. De esta manera es implementado un circuito que contiene el montaje experimental del efecto fotoeléctrico, así como condensadores y leds para observar y analizar cómo la corriente es generada. Como resultado, se obtiene una nueva descripción del conocido efecto fotoeléctrico, caracterizado por medio de la radiación por decaimiento que se impacta en la placa, generando corriente que es almacenada en los condensadores adaptados al circuito empleado y encendiendo los leds también puestos allí. A su vez, como se mencionaba, entre las aplicaciones, se pretende emplear el uso de los desechos radiactivos hospitalarios, generando de esta forma energía limpia utilizable en la placa, generando corriente que es almacenada en los condensadores adaptados al circuito empleado y encendiendo los leds también puestos allí. A su vez, como se mencionaba, entre las aplicaciones, se pretende emplear el uso de los desechos radiactivos hospitalarios, generando de esta forma energía limpia utilizable.

ALCANCE DE ALGUNAS EXPERIENCIAS DE FÍSICA COMPUTACIONAL EN LOS ESPACIOS ACADÉMICOS DE ELECTROMAGNETISMO

SCOPE OF SOME COMPUTATIONAL PHYSICS EXPERIENCES IN ELECTROMAGNETICS ACADEMIC AREAS

Jorge García Farieta⁵⁹

Alejandro Hurtado Márquez³³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

El electromagnetismo es uno de los cimientos disciplinares en carreras de ciencias e ingeniería, por lo que

57 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail nperezc@correo.udistrital.edu.co

58 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail pduranr@correo.udistrital.edu.co

59 MsC em Ciencias-Física. E-mail jegarciaf@correo.udistrital.edu.co

los buenos procesos de enseñanza-aprendizaje de estos espacios académicos resultan fundamentales en la formación profesional de los estudiantes. Sin embargo, la enseñanza del electromagnetismo ha conservado una estructura basada en el cálculo vectorial que no siempre resulta ser la más adecuada para los diferentes contextos de aula. En este documento presentamos cuatro experiencias desde el punto de vista docente en la enseñanza del electromagnetismo utilizando herramientas computacionales tanto en estudiantes de licenciatura en física como de ingeniería. Las experiencias están basadas en la investigación realizada al interior del grupo de física e informática de la Universidad Distrital, en el que los docentes-investigadores han diseñado material para modelar algunos fenómenos electromagnéticos relacionados con la fuerza de Lorentz, la ley de Biot-Savart y la ley de Coulomb, brindando así una descripción que usualmente no se presenta en los libros de texto tradicionales de enseñanza superior. Resultado de estas experiencias, es que la simulación de sistemas más cercanos a la realidad permite entender mejor los conceptos físicos involucrados, de modo tal que el estudiante puede razonar críticamente sobre la necesidad de los conceptos que usualmente se presentan en el curso de electromagnetismo pero que no siempre tienen una justificación real. Estos recursos computacionales brindan además varias ventajas al ser implementados en la clase “tradicional” y además de ser una motivación para los estudiantes permite que ellos creen sus propios modelos, explorando un sinnúmero de posibilidades que no es posible alcanzar utilizando un esquema tradicional de clase.

SARS-COV-2, DETERMINACIONES FÍSICAS QUE FACILITAN SU RÁPIDA PROPAGACIÓN **SARS-COV-2, PHYSICAL DETERMINATIONS THAT FACILITATE ITS RAPID PROPAGATION**

Laura Estefany Mora Jiménez⁶⁰

Gabriela Vargas Becerra⁶¹

Esperanza del Pilar Infante⁵⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

El SARS-CoV-2 (COVID-19) es el nuevo coronavirus que ha afectado a un porcentaje considerable de la población mundial del siglo XXI, la organización mundial de la salud la declaró como una nueva pandemia. Entender sus propiedades, así como las características de su propagación es un elemento fundamental para la adopción de medidas de mitigación y prevención frente al contagio. La física de fluidos aporta algunas de las bases conceptuales que permiten modelar y analizar el comportamiento del flujo del virus, como, por ejemplo: la aerosolización de las gotas cargadas con SARS-CoV-2 provenientes desde el sujeto infectado; a partir de esto abordar los tipos de transmisión que se presentan, persona a persona o por contacto con superficies contaminadas. Los elementos de análisis anteriormente mencionados están altamente relacionados con condiciones medioambientales como: la temperatura, la humedad y la contaminación del aire, parámetros que intervienen de manera directa o indirecta en su propagación. Una vez comprendido esto, se analizó el comportamiento del flujo del virus y su relación con la adopción de medidas de bioseguridad para su mitigación, como el uso de máscaras faciales, el lavado de manos y el distanciamiento social. Esto con el fin de comparar la eficacia de las mencionadas medidas de bioseguridad y su relación con la estructura y comportamiento del virus y el cómo la violación o no adopción de estas medidas, han influido en el menor o mayor índices de contagio de algunos países, comparándolos con Colombia.

60 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail lemoraj@correo.udistrital.edu.co

61 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail gvargasb@correo.udistrital.edu.co

LA INTERNACIONALIZACIÓN EN LA LICENCIATURA EN FÍSICA: MÁS ALLÁ DE LA MOVILIDAD, UN ELEMENTO TRANSVERSAL A LA FORMACIÓN DE FUTUROS DOCENTES
INTERNATIONALIZATION IN UNDERGRADUATE PHYSICS: BEYOND MOBILITY, A TRANSVERSAL ELEMENT IN THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS

Pilar Infante Luna⁵⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La internacionalización de la educación superior es un concepto que ha venido evolucionando en los últimos 30 años, es así como a inicios de la década de los 90, en la Universidad se empezaron a implementar estrategias de cooperación nacional e internacional, las cuales se han visto reflejadas principalmente en actividades de movilidad, tanto de estudiantes como de docentes, y el desarrollo de proyectos de cooperación. Sin embargo, es un hecho que no todos los estudiantes pueden acceder a experiencias de movilidad y algunas veces, estas parecen desarticuladas del currículo. En este sentido, es importante hacer una reflexión que posibilite establecer estrategias más incluyentes que contribuyan a nuestro crecimiento como comunidad, reconociendo el compromiso del programa con la formación integral de personas que como profesionales de la enseñanza de la física aporten al desarrollo de la ciudad región y el país. De acuerdo con lo anterior, presentó las cifras de movilidad de estudiantes y docentes, así como posibles estrategias a implementar, en las que la internacionalización no es un fin, sino un elemento transversal al desarrollo de nuestras funciones misionales.

EL REDESCUBRIMIENTO DE LA TEORÍA ATÓMICA A PARTIR DEL MOVIMIENTO BROWNIANO
THE REDISCOVERY OF ATOMIC THEORY BASED ON BROWNIAN MOTION

S.D. Ortiz Chavarro⁶²

Omar Bohórquez Pacheco

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

En 1827 las observaciones del biólogo y botánico Robert Brown abrieron las puertas a la comprobación de la teoría cinético molecular. Brown detalló el movimiento que tienen las partículas contenidas en el polen al suspenderlas en el agua. En 1905 Albert Einstein publica un artículo donde demuestra que, como resultado de los movimientos térmicos moleculares las partículas suspendidas en líquidos realizan movimiento, a partir de este artículo se comprueba que el fenómeno observado por Brown se describe desde la teoría cinético molecular. Este proyecto plantea un desarrollo histórico que devela el progreso y explicación que dieron algunos personajes de la ciencia para poder entender este suceso. Para esto se tienen en cuenta trabajos previos al presentado por Einstein en 1905 que también intentaron dar solución al fenómeno observado por Brown. Dando relevancia a la alta discusión entre atomistas y energetistas. Con el fin de ilustrar que la teoría cinético molecular describe adecuadamente el fenómeno, se ha construido un mecanismo que simula el movimiento de las partículas suspendidas a partir del concepto descrito en el artículo de Albert Einstein. Los resultados obtenidos con este dispositivo serán contrastados cualitativamente con videos que muestran el comportamiento real de las partículas Brownianas suspendidas en un líquido.

62 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail sdortizc@correo.udistrital.edu.co

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA FASE INICIAL DEL LABORATORIO DE DENSIDAD DE PESAS
DEL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA (INM)**
**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE INITIAL PHASE OF THE WEIGHT DENSITY LABORATORY
OF THE NATIONAL METROLOGY INSTITUTE (INM)**

Leydy Johana Velasco Pardo⁶³
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

El presente documento se desarrolla en torno al convenio que surge entre la Universidad distrital Francisco José de Caldas y el instituto Nacional de Metrología. Se encuentra enmarcado en el desarrollo de la fase inicial del laboratorio de densidad de pesas a partir del método para la determinación de densidad de pesas por pesada hidrostática (A1) descrito en la Recomendación Internacional OIML R111-1:2004. Este proyecto surge como una propuesta del Instituto Nacional de Metrología derivada de la necesidad de determinar de forma más exacta y con la menor incertidumbre posible, la densidad/volumen de los patrones de masa clase E1 y E2 calibrados en el INM y contempla aspectos como el estudio bibliográfico, el diagnóstico de las instalaciones realizadas por medio pruebas experimentales y los desarrollos experimentales del método que pueden ser un insumo de gran valor para una futura implementación.

LA ENSEÑANZA BASADA EN FENÓMENOS: ALTERNATIVA EN LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA
PHENOMENA-BASED TEACHING: AN ALTERNATIVE IN PHYSICS EDUCATION

Jaime Duván Reyes Roncancio
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Se presentan los presupuestos teóricos, sobre la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva basada en fenómenos, que permiten organizar una propuesta didáctica en consonancia con las relaciones entre el mundo de la vida y el mundo de la ciencia. La metodología cualitativa del estudio, de orden documental, se organizó desde el análisis de contenido de los principales representantes en este campo de la pedagogía de las ciencias. Los resultados permiten vislumbrar aplicaciones de las competencias docentes en contextos de realidad contemporáneos, que pueden ser extrapolados a circunstancias de educación mediada por tecnologías en conexión con el aprendizaje basado en problemas y la metodología flipping classroom.

UNA TRANSICIÓN DESDE DATOS CRUDOS A SIMULACIONES 3D USANDO OPENGL
A TRANSITION FROM RAW DATA TO 3D SIMULATIONS USING OPENGL

Oscar Alejandro Diaz Sanguino³⁴
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Una simulación la conforman distintos procesos a los cuales están incorporados modelos de uno o varios sistemas reales, para entornos físicos son necesarios modelos matemáticos que permitan representar de manera aproximada uno o varios ambientes de estos sistemas reales en un ordenador. Estos modelos esencialmente realizan un tratamiento iterativo de datos basándose en las condiciones iniciales. Ahora, el usuario tiene la tarea de analizar la información recolectada la cual, está la gran mayoría de las veces contenida en simples datos crudos. Por lo tanto, se propone que, mediante el diseño de un motor gráfico se produzca una secuencia de imágenes 3D partiendo de estos datos crudos con el fin obtener una representación en

63 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail ljvelascop@correo.udistrital.edu.co

este caso tridimensional de los procesos que ocurren cuando se quiere simular un entorno físico. Así que, dentro de la propuesta se plantea el uso de bibliotecas gráficas de libre acceso como OpenGL en la construcción de un motor gráfico que permita la transición del paradigma de simulaciones basadas en datos crudos a simulaciones tridimensionales interactivas con el usuario mediante una interfaz gráfica, incluyendo un pequeño ejemplo de la simulación de un gas ideal.

ANÁLISIS DE LA CREACIÓN DE SECUENCIAS DE ACTIVIDADES PARA LA ENSEÑANZA DEL SOL ANALYSIS OF THE CREATION OF SEQUENCES OF ACTIVITIES FOR TEACHING THE SUN

Kelly Daihan Chacón Amaya⁶⁴

Maria Alejandra Buitrago Pacheco⁶⁵

Rustbell Rodríguez Bonilla⁶⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La relevancia que ha tomado en la actualidad el estudio del Sol, al ser nuestra estrella más cercana, se ha convertido en la base para conocer y entender las demás estrellas en el universo. Además de ello, este rige diversos procesos en la tierra, tales como la fotosíntesis y los ciclos de sueño en diversos seres vivos, así como influye directamente en el campo magnético terrestre, debido a la actividad producida por el astro. Este trabajo pretende resaltar la importancia de algunas de las secuencias de actividades que se han desarrollado, con el fin de dar a conocer fenómenos relacionados con el Sol, como por ejemplo las manchas solares; por lo tanto, se mostrará cómo se han creado dichas secuencias (guías, talleres, etc) en las cuales se explican desde los mecanismos de generación de las manchas solares, hasta la influencia del astro rey en nuestro planeta. Se resalta la importancia de la didáctica de la astronomía conforme a la capacidad de comprensión que puedan generar las actividades, mientras se relaciona a la astronomía con las ciencias humanas creando un vínculo entre el hombre con su entorno.

ELECTRICIDAD Y ELECTROMAGNETISMO EN MEDIOS MATERIALES: UNA REFLEXIÓN AMPLIADA DESDE LA EXPERIMENTACIÓN CON GENERADORES ELECTROSTÁTICOS ELECTRICITY AND ELECTROMAGNETISM IN MATERIAL MEDIA: AN EXTENDED REFLECTION ON EXPERIMENTATION WITH ELECTROSTATIC GENERATORS

Johan Nicolás Molina Córdoba⁶⁷

Universidad Pedagógica Nacional

Resumen

El presente, es un artículo de reflexión donde se referencian diversos experimentos de electrostática, y a través de la explicación de su montaje y el desglose conceptual de los fenómenos observados en estos, se dilucida toda una fenomenología relacionada con la electricidad y el electromagnetismo en el vacío y en medios materiales. En primer lugar, se construye una explicación partiendo de los fundamentos del electromagnetismo, los cuales se instauran mediante la conciliación entre la teoría y experimento, a saber: existen dos estados generales de carga, discernibles según las teorías y los experimentos de los fenómenos eléctricos: positiva (+) y negativa (-), asociados, según las miradas modernas de la física, a corpúsculos que constituyen la naturaleza eléctrica de la materia (electrones). La discretización de la carga a cuantos

64 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail kdchacona@correo.udistrital.edu.co

65 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail mabuitragop@correo.udistrital.edu.co

66 Estudiante Licenciatura en Física. E-mail rurodriguez@correo.udistrital.edu.co

67 Licenciado em Física. E-mail dfj_jnmolinac635@pedagogica.edu.co

con estos dos estados (positivo, negativo), es un aspecto que se discute en este documento, analizando el comportamiento de la naturaleza cuando es observada mediante los montajes aquí expuestos, particularmente, cuando se trabaja con cuerpos conductores que tienen forma cónica. Los montajes específicos con los cuales se construye el marco explicativo de los fenómenos de carga son: Generador de Van de Graaff, Generador de Wimshurst, y generador de viento iónico, montajes experimentales que, centrados en cuerpos conductores con geometría cónica terminada en punta, producen efectos como el viento iónico y el efecto corona. Finalmente, la línea descriptiva que se propone genera el camino argumentativo para concluir: Para los montajes en donde se utilizan cuerpos conductores con formas cónicas, se elaboran descripciones fenomenológicas que se refieren a los desplazamientos eléctricos presentes en las moléculas que componen a un determinado medio (evidenciado en el efecto corona), y, por lo tanto, es válido suponer a la luz de lo argumentado, que son fenómenos físicos propios del electromagnetismo en materiales; así, en el vacío estos efectos no podrían darse.

POSTERS

¿CUÁL ES LA VERDADERA IDENTIDAD DE PARSEVAL? (CONTEXTO SOCIAL Y CIENTÍFICO DE SU OBRA)

WHAT IS PARSEVAL'S TRUE IDENTITY? (SOCIAL AND SCIENTIFIC CONTEXT OF HIS WORK)

N. M. Salamanca Espitia⁶⁸

Omar Bohórquez Pacheco¹⁷

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

A lo largo de la historia se han podido evidenciar épocas donde se realizaron grandes avances físico - matemáticos que cambiaron el rumbo de estas disciplinas. En el siglo XVIII y XIX surgieron grandes exponentes como: Bernoulli, Fourier, Laplace, Lagrange etc. Quienes descubrieron y ampliaron los objetos de estudio de la época. Pero, también hay personajes que no destacaron a pesar de sus grandes descubrimientos, aunque, sus ideas se utilizan y se estudian hoy en día. Ese es el caso de Marc Antoine Parseval, matemático francés de la época, quien desarrolló estudios sobre la solución de las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales de los cuales surgió la identidad que lleva su nombre. La identidad de Parseval es de vital importancia, en las áreas de las matemáticas y de la física. La inquietud que define este trabajo consiste en desentrañar, la verdadera "identidad" de Marc Antoine Parseval. Para esto, se pretende realizar una revisión de carácter histórico que revele el contexto científico, social y cultural en el que se desenvuelve este misterioso personaje.

68 Estudiante Licenciatura en Física. Email nmsalamancae@correo.udistrital.edu.co

GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE PROCESOS DE FUSIÓN NUCLEAR TANTO DE FORMA NATURAL COMO ARTIFICIAL
GENERATION OF ENERGY THROUGH NUCLEAR FUSION PROCESSES BOTH NATURALLY AND ARTIFICIALLY

Oscar Alejandro Díaz Sanguino³⁴
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La humanidad actualmente es muy dependiente de las fuentes de energía y nuestro mundo tecnológico exige una fuerte demanda de ella y conforme la civilización crece esta demanda aumenta. El sol durante muchísimo tiempo nos ha proveído de esta, la cual se acumuló a lo largo del tiempo y que ahora estamos explotando rápidamente, así que, eventualmente en algún momento se agotará. Sin embargo, desde hace algunas décadas se están buscando otras alternativas a los recursos no renovables, que permitan saciar las grandes demandas de energía de la sociedad y en el corazón de nuestra estrella podría estar la respuesta, la fuente de energía definitiva. En el presente trabajo se pretende describir los mecanismos de generación de energía a través de la núcleo - síntesis estelar mediante reacciones termonucleares en cascada como la cadena protón-protón principalmente y el ciclo CNO, junto con las implementaciones en algunos reactores experimentales.

ANALOGÍA ENTRE FRACTALES Y CAMPO ELECTROMAGNÉTICO
ANALOGY BETWEEN FRACTALS AND ELECTROMAGNETIC FIELD

Irene Sánchez Arroyave⁶⁹
Reinel Iván Rodríguez Delgadillo⁷⁰
Guillermo González Pedreros⁷¹
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

La Ley de Faraday-Lenz y la Ley Ampère-Maxwell describen cómo un campo magnético dependiente del tiempo induce un campo eléctrico variable en el tiempo, y este último a su vez genera un nuevo campo magnético; y así sucesivamente. Esta iteración se puede ilustrar en el caso específico de un condensador de placas planas circulares paralelas excitado con una fuente de voltaje alterno. La solución, despreciando efectos de borde, es posible construirla a partir de la aplicación iterativa de la tercera y cuarta ecuación de Maxwell obteniéndose las funciones cero y uno de Bessel, J_0 y J_1 , para el campo eléctrico y el campo magnético respectivamente. En cada paso de la iteración se toma el campo inducido como campo de entrada de forma análoga al caso de la idea geométrica y/o funcional iterativa que lleva a la generación de fractales. Por tanto, dentro de este contexto iterativo de las ecuaciones de Maxwell, es de esperar que las soluciones correspondientes a los campos electromagnéticos tengan propiedades fractales.

69 Estudiante Licenciatura en Física. Email insancheza@correo.udistrital.edu.co
70 Estudiante Licenciatura en Física. Email rrodriguez@correo.udistrital.edu.co
71 Estudiante Licenciatura en Física. Email ggonzalezp@udistrital.edu.co

**DINAMICA DE UNA PARTÍCULA CARGADA EN EL CAMPO DE UN DIPOLO
DYNAMIC OF A CHARGED PARTICLE WITHIN THE FIELD OF A POINT DIPOLE**

Juan Sebastián Corredor Ávila⁷²

Joan Steven Henao Plaza²⁶

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

Nos proponemos escudriñar analíticamente la consecuencia de colocar una partícula cargada dentro del campo eléctrico producido por un dipolo puro. Además, queremos mostrar que la componente radial de la fuerza eléctrica depende de la posición de la partícula. Adicionalmente, sugerimos un ejercicio análogo, esta vez reemplazando el dipolo eléctrico por uno magnético, con el fin de mostrar si la dinámica de la partícula cargada cambia.

UNA APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS GALAXIAS ACTIVAS: CUÁSARES, PROPIEDADES Y PARTICULARIDADES

AN APPROACH TO THE STUDY OF ACTIVE GALAXIES: QUASARS, THEIR PROPERTIES AND PECULIARITIES

Cristian Briceño⁷³

David Miranda

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen

El descubrimiento de la expansión del universo a principios del siglo XX por Edwin Hubble fue un hito importante que brindó a los astrónomos un cosmos mucho más grande y vasto que el imaginado hasta ese momento. Más adelante, en 1962, se descubrieron unos nuevos objetos en el cielo, que ahora llamamos cuásares (Quasar – Quasi-stellar Radio Source) y se concluyó que no todas las galaxias son como la vía láctea. Los núcleos de estos nuevos objetos se caracterizan conforme a su masa, luminosidad, espectro y distintas particularidades obtenidas de su observación. Se hace una síntesis gráfica de estas propiedades gracias a los datos obtenidos por el Sloan Digital Sky Survey (SDSS), buscando develar algunas interrogantes, puesto que aún hoy día, la investigación de estos distantes y enigmáticos objetos sigue brindando descubrimientos año tras año, y con ello más preguntas. Este trabajo es un abrebocas de lo que este estudio tiene por brindar, de esta manera se fomenta el interés y abre un campo completo de investigación en cosmología, buscando muchas manos para trabajar.



72 Estudiante Licenciatura en Física. Email jscorredora@correo.udistrital.edu.co

73 Estudiante Licenciatura en Física. Email cjbricenor@correo.udistrital.edu.co

GUÍA PARA AUTORES Y DECLARACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.) publica artículos originales producto de: resultados de investigación, reflexión documentada y crónica de experiencias. Según la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), dicho material está relacionado con el área de conocimiento de Ciencias de la Educación, en específico, con ámbitos educativos y de investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales (física, química, biología, astronomía) y las matemáticas.

La revista busca consolidarse como un escenario de fortalecimiento de la comunidad académica de profesores de ciencias naturales tanto en formación como en ejercicio profesional en los diferentes niveles educativos.

Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc. se publica de forma cuatrimestral, durante los meses de enero, mayo y septiembre, respectivamente.

Alcance geográfico: nacional e internacional

Puede ser referenciada como: *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*

Indexación

La revista se encuentra indexada en: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

Política de acceso abierto

Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc. es una publicación de acceso abierto, sin cargos económicos

para autores ni lectores. La publicación, consulta o descarga de los contenidos de la revista no genera costo alguno para los autores ni los lectores, toda vez que la Universidad Distrital Francisco José de Caldas asume los gastos relacionados con edición, gestión y publicación. Los pares evaluadores no reciben retribución económica alguna por su valiosa contribución. Se entiende el trabajo de todos los actores mencionados anteriormente como un aporte al fortalecimiento y crecimiento de la comunidad investigadora en el campo de la Enseñanza de las Ciencias.

Los contenidos de la revista se publican bajo los términos de la [Licencia Creative Commons Atribución – NoComercial – Compartirigual \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), bajo la cual otros podrán distribuir, remezclar, retocar y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

Los titulares de los derechos de autor son los autores y la revista *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* Los titulares conservan todos los derechos sin restricciones, respetando los términos de la licencia en cuanto a la consulta, descarga y distribución del material.

Cuando la obra o alguno de sus elementos se hallen en el dominio público según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia.

Así mismo, incentivamos a los autores a depositar sus contribuciones en otros repositorios institucionales y temáticos, con la certeza de que la cultura y el conocimiento es un bien de todos y para todos.



Guía para autores

Condiciones generales

La revista ***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.)*** publica trabajos en español, portugués e inglés. El proceso de envío de artículos es totalmente *online* a través de nuestra página web (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Los trabajos deben cumplir los siguientes requisitos:

- La extensión máxima del documento debe ser de 9000 palabras incluidas las referencias.
- Con el fin de garantizar el anonimato del autor en el momento de la revisión por pares, se debe reemplazar en el artículo enviado el nombre del autor por la palabra **autor₁** y/o **autor₂**, etc. Este cambio deberá ser realizado tanto en el encabezado del artículo como dentro del texto, en las autocitaciones y autorreferencias.
- El documento debe contener título en español, portugués e inglés; este no debe superar las 20 palabras.
- El resumen debe contener los objetivos del estudio, la metodología utilizada, los principales resultados y su correspondiente discusión o conclusiones. Este debe ser redactado en un solo párrafo de máximo 300 palabras, sin citas ni abreviaturas y debe estar traducido en español, portugués e inglés.
- Incluir máximo 7 palabras clave en español, portugués e inglés.
- La bibliografía, las tablas y figuras deben ser ajustadas según el documento modelo de la revista (https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTrI3V3t5I1hg/edit#).

Los trabajos no deben tener derechos de autor otorgados a terceros en el momento del envío, y los conceptos y opiniones que se dan en ellos son responsabilidad exclusiva de los autores. Del mismo modo, el (los) autor(es) estará(n) de acuerdo en que

el trabajo presentado es original, que no ha sido publicado o está siendo considerado para publicación en otro lugar. ***Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*** puede utilizar el trabajo o parte de este para fines de divulgación y difusión de la actividad científica, lo cual no significa que se afecte la propiedad intelectual de los autores.

Por política editorial cada autor podrá postular solamente un artículo por año.

Proceso de evaluación por pares

Los trabajos sometidos para publicación serán analizados previamente por el editor y, si responde al ámbito de aplicación de la revista, serán enviados a revisión por pares (*peer review*), dos evaluadores por artículo, mediante el proceso de revisión ciega para garantizar el anonimato de ambas partes. Los evaluadores analizarán el documento de acuerdo con los criterios establecidos en el formato de evaluación diseñado por el editor y el comité editorial. El artículo será devuelto al (a los) autor(es) en caso de que los evaluadores sugieran cambios y/o correcciones. En caso de divergencia en los dictámenes de los evaluadores, el texto será enviado a un tercer evaluador. Finalmente, serán publicados los artículos que obtengan el concepto de aprobado o aprobado con modificaciones por dos de los pares evaluadores. En caso de que los autores deban hacer modificaciones tendrán hasta 30 días calendario para devolver la versión final, la cual será revisada por el editor.

La publicación del trabajo implica ceder los derechos de autor de manera no exclusiva a ***Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*** La reproducción parcial o total de artículos y materiales publicados puede realizarse de acuerdo con la licencia del material. Los contenidos desarrollados en los textos son de responsabilidad de los autores, es decir que no coinciden necesariamente con el punto de vista del editor o del comité editorial de la revista. A criterio

del comité editorial, se podrán aceptar artículos de crítica, defensas y/o comentarios sobre artículos publicados en la revista. Es responsabilidad del autor indicar si la investigación es financiada, si fue aprobada por el comité de ética del área y si tiene conflictos de intereses, en los casos en que sea pertinente. La revisión por el editor puede tomar de dos a tres semanas y la revisión por pares académicos puede tomar de seis a 12 semanas.

Declaración de ética

La revista manifiesta su compromiso por el respeto e integridad de los trabajos ya publicados. Por lo anterior, el plagio está estrictamente prohibido. Los textos que se identifiquen como plagio o su contenido sea fraudulento serán eliminados de la revista, si ya se hubieran publicado, o no se publicarán. La revista actuará en estos casos con la mayor celeridad posible. Al aceptar los términos y acuerdos expresados por la revista, los autores garantizarán que el artículo y los materiales asociados a él son originales y no infringen los derechos de autor. También deben probar, en caso de una autoría compartida, que hubo consenso pleno de todos los autores del texto y, a la vez, que este no está siendo presentado a otras revistas ni ha sido publicado con anterioridad en otro medio de difusión físico o digital. Así mismo la revista está comprometida con garantizar una justa y objetiva revisión de los manuscritos para lo cual utiliza el sistema de evaluación ciega de pares (*peer review*).

Declaración de buenas prácticas editoriales

Este documento ha sido adaptado del documento para procedimientos y estándares éticos elaborado por Cambridge University Press, siguiendo las directrices para un buen comportamiento ético en publicaciones científicas seriadas del Committee on Publication Ethics (COPE), International Committee of Medical Journal Editors (ICJME) y World Association of Medical Editors (WAME).

Responsabilidades de los editores

Actuar de manera balanceada, objetiva y justa sin ningún tipo de discriminación sexual, religiosa, política, de origen o ética con los autores, haciendo uso apropiado de las directrices emitidas en la Constitución Política de Colombia respecto a la ética editorial.

Considerar, editar y publicar las contribuciones académicas únicamente por sus méritos académicos sin tomar en cuenta ningún tipo de influencia comercial o conflicto de interés.

Acoger y seguir los procedimientos adecuados para resolver posibles quejas o malentendidos de carácter ético o de conflicto de interés. El editor y el comité editorial actúan en concordancia con los reglamentos, políticas y procedimientos establecidos por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y, particularmente, por el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la política editorial de la Universidad.

Otorgar a los autores la oportunidad de responder ante posibles conflictos de interés, en cuyo caso cualquier tipo de queja debe ser sustentada con documentación y soportes que comprueben la conducta a ser estudiada.

Responsabilidades de los revisores

Contribuir de manera objetiva al proceso de evaluación de los manuscritos sometidos a consideración en la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, colaborando en forma oportuna con la mejora en la calidad científica de estos productos originales.

Mantener la confidencialidad de los datos suministrados por el editor, el comité editorial o los autores, haciendo un uso correcto de dicha información por los medios que le sean provistos. No obstante, es su decisión conservar o copiar el manuscrito durante el proceso de evaluación.

Informar al editor y al comité editorial, de manera oportuna, cuando el contenido de una contribución académica presente elementos de plagio o se asemeje sustancialmente a otros productos de investigación publicados o en proceso de publicación.

Informar cualquier posible conflicto de intereses con el autor de una contribución académica, por ejemplo, por relaciones financieras, institucionales, de colaboración o de otro tipo. En tal caso, y si es necesario, retirar sus servicios en la evaluación del manuscrito.

Responsabilidades de los autores

Mantener soportes y registros precisos de los datos y análisis de datos relacionados con el manuscrito presentado a consideración de la revista. Cuando el editor o el comité editorial de la revista, por motivos razonables, requieran esta información, los autores deberán suministrar o facilitar el acceso a esta. En el momento de ser requeridos, los datos originales entrarán en una cadena de custodia que asegure la confidencialidad y protección de la información por parte de la revista.

Confirmar mediante una carta de originalidad (formato preestablecido por la revista) que la contribución académica sometida a evaluación no está siendo considerada o ha sido sometida y/o aceptada en otra publicación. Cuando parte del contenido de esta contribución ha sido publicado o presentado en otro medio de difusión, los autores deberán reconocer y citar las respectivas fuentes y créditos académicos. Además, deberán presentar copia al editor y al comité editorial de cualquier publicación que pueda tener contenido superpuesto o estrechamente relacionado con la contribución sometida a consideración. Adicionalmente, el autor debe reconocer los respectivos créditos del material reproducido de otras fuentes. Aquellos elementos como tablas, figuras o patentes que requieren un permiso especial para ser reproducidas, deberán estar acompañados por una carta de aceptación

de reproducción firmada por los poseedores de los derechos de autor del elemento utilizado.

En aquellas investigaciones donde se experimente con animales se deben mantener y asegurar las prácticas adecuadas establecidas en las normas que regulan estas actividades.

Declarar cualquier posible conflicto de interés que pueda ejercer una influencia indebida en cualquier momento del proceso de publicación.

Revisar cuidadosamente las artes finales de la contribución, previamente a la publicación en la revista, informando sobre los errores que se puedan presentar y deban ser corregidos. En caso de encontrar errores significativos, una vez publicada la contribución académica, los autores deberán notificar oportunamente al editor y al comité editorial, cooperando posteriormente con la revista en la publicación de una fe de erratas, apéndice, aviso, corrección o, en los casos donde se considere necesario, retirar el manuscrito del número publicado.

Responsabilidad de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en cuyo nombre se publica la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, y siguiendo lo estipulado en el Acuerdo 023 de junio 19 de 2012 del Consejo Académico, mediante el cual se reglamenta la política editorial de la Universidad, se asegurará de que las normas éticas y las buenas prácticas se cumplan a cabalidad.

Procedimientos para tratar un comportamiento no ético

Identificación de los comportamientos no éticos

La información acerca de un comportamiento no ético debe suministrarse, en primera instancia, al editor de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de*

las Ciencias, o, en su defecto, al comité editorial y, como último recurso, al comité de publicaciones de la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital. En caso de que los dos primeros actores no den respuesta oportuna, deberá informarse a las instituciones involucradas y entes competentes.

El comportamiento no ético incluye lo estipulado en la declaración de buenas prácticas y normas éticas de la revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, la reglamentación de la Facultad de Ciencias y Educación, las normas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en esta materia y lo establecido en la Constitución Política de Colombia respectivamente.

La notificación sobre un comportamiento no ético debe hacerse por escrito y estar acompañada con pruebas tangibles, fiables y suficientes para iniciar un proceso de investigación. Todas las denuncias deberán ser consideradas y tratadas de la misma manera, hasta que se adopte una decisión o conclusión.

Proceso de indagación e investigación

La primera decisión debe ser tomada por el editor, quien debe consultar o buscar el asesoramiento del comité editorial y el comité de publicaciones, según sea el caso. Las evidencias de la investigación serán mantenidas en confidencialidad.

Un comportamiento no ético que el Editor considere menor puede ser tratado entre él y los autores sin necesidad de consultas adicionales. En todo caso, los autores deben tener oportunidad de responder a las denuncias realizadas por comportamiento no ético.

Un comportamiento no ético de carácter grave se debe notificar a las entidades de filiación institucional de los autores o a aquellas que respaldan la investigación. El editor, en acuerdo con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, debe tomar la decisión de si debe o no involucrar a los patrocinadores, ya sea mediante el examen de la

evidencia disponible o mediante nuevas consultas con un número limitado de expertos.

Resultados (en orden creciente de gravedad, podrán aplicarse por separado o en combinación)

Informar a los autores o revisores donde parece haber un malentendido o mala práctica de las normas éticas.

Enviar una comunicación oficial dirigida a los autores o revisores que indique la falta de conducta ética y sirva como precedente para promover buenas prácticas en el futuro.

Hacer una notificación pública formal en la que se detalle la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Hacer una página de editorial que denuncie de manera detallada la mala conducta con base en las evidencias del proceso de investigación.

Enviar una carta formal dirigida a las entidades de filiación institucional de los autores, es decir, a aquellas que respaldan o financian el proceso de investigación.

Realizar correcciones, modificaciones o, de ser necesario, retirar el artículo de la publicación de la revista, clausurando los servicios de indexación y el número de lectores de la publicación e informando a la institución de filiación de los autores y a los revisores esta decisión.

Realizar un embargo oficial de cinco años al autor, periodo en el cual no podrá volver a publicar en la revista.

Denunciar el caso y el resultado de la investigación ante las autoridades competentes, especialmente, en caso de que el buen nombre de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se vea comprometido.

AUTHORS' GUIDE AND STATEMENT OF GOOD PRACTICE

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.) publishes original articles resulting from: research results, documented reflection and chronicle of experiences. According to the classification of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), such material is related to the area of knowledge of Educational Sciences, specifically to educational and research fields in the teaching and learning of natural sciences (physics, chemistry, biology, astronomy) and mathematics.

This journal seeks to consolidate itself as a scenario of strengthening the academic community of natural science teachers both in training and in professional practice at different educational levels.

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.) is published quarterly, during the months of January, May and September, respectively.

Geographical scope: national and international

It can be referenced as *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*

Index

The magazine is indexed in: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

Open Access Policy

Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc. is an open-access publication, free of charge for authors and readers.

The publication, consultation or download of the contents of the magazine does not generate any cost for the authors or the readers, since the Francisco José de Caldas District University assumes the expenses related to edition, management and publication. The peer evaluators do not receive any economic retribution for their valuable contribution. The work of all the actors mentioned above is understood as a contribution to the strengthening and growth of the research community in the field of Science Education.

The contents of the journal are published under the terms of the [Creative Commons License Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), under which others may distribute, remix, retouch, and create from the work in a non-commercial way, give credit and license their new creations under the same conditions.

The copyright holders are the authors and the journal *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* The holders retain all rights without restrictions, respecting the terms of the license in terms of consultation, downloading and distribution of the material.

When the work or any of its elements is in the public domain according to the applicable law in force, this situation will not be affected by the license.

Likewise, we encourage authors to deposit their contributions in other institutional and thematic repositories, with the certainty that culture and knowledge is a good of all and for all.



Guide for Authors

General terms and conditions

The journal *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* (*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*) publishes works in Spanish, Portuguese and English. The process of submitting articles is entirely online through our website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Papers must meet the following requirements:

- The maximum length of the document must be 9000 words including references.
- In order to guarantee the anonymity of the author at the time of the peer review, the name of the author should be replaced in the submitted article by the word author1 and/or author2, etc. This change should be made both in the headline of the article and within the text, in the auto-citations and auto-references.
- The document should contain a title in Spanish, Portuguese and English; it should not exceed 20 words.
- The abstract should contain the objectives of the study, the methodology used, the main results and the corresponding discussion or conclusions. It should be written in a single paragraph of maximum 300 words, without quotations or abbreviations and should be translated into Spanish, Portuguese and English.
- It has included a maximum of 7 keywords in Spanish, Portuguese and English.
- The bibliography, tables and figures should be adjusted according to the model document of the journal (https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5I1hg/edit#).

Papers must have not copyright granted to third parties at the time of sending, and the concepts and opinions given in them are the sole responsibility of authors. Similarly, author (s) agrees that the work submitted is original, which has not been

published or is being considered for publication elsewhere. *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* can use the paper or part thereof for purposes of disclosure and dissemination of scientific activity, that's no mean that intellectual property of the authors is affected.

Due to editorial policy, each author can postulate just one article per year.

Peer Review Process

Papers submitted for publication will be reviewed in advance by the editor, if it respond to the journal's scope, will be sent for review by Editorial Board, with a minimum of two referees by blind review system of academic peers (peer review), who analyse it according to defined criteria. The item will be returned to authors, if evaluators suggest changes and /or corrections. In case of divergence of views, the text will be sent to a third reviewer for arbitration. Finally, papers with concept of approved or approved with modifications by two of the evaluating peers will be published. In case authors must make modifications, they will have up to 30 calendar days to return the final version, which will be reviewed by the publisher.

Paper publication involves give non-exclusively copyright to *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* Total or partial reproduction of articles and published materials can be made according to the material license. Content developed in papers is authors responsibility, it means that not necessarily coincide with the Editor or Editorial Board point of view. It is discretion to the Editorial Board accept items of critical defence and/or comments on papers published in this journal. It is authors' responsibility; indicate whether research is funded, if ethics committee of the field approved it and, if it has interest conflicts, where necessary. The Review by Editor can take two to three weeks, and academic peer review can take from 6 to 12 weeks.

Ethics statement

The journal ***Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*** is committed to the academic and practitioner communities in ensuring the ethics and integrity in the publication and quality of articles appearing in this journal, in fact, any form of plagiarism is strictly prohibited. Papers identified as plagiarism or with fraudulent content will be removed or not published. By accepting the terms and agreements expressed by the journal, authors will guarantee that article and materials linked to it, are original and do not infringe copyright. Authors must provide a letter, expressing consensus for this publication in case of a shared authorship and, at the same time, confirming that the article is not being presented to other journals or has been previously published in other physical or digital medium. Also, the journal is committed to ensuring a fair and objective review of manuscripts; reason for which it uses the system of peer review.

Declaration of best publishing practices

This document has been adapted from the document for ethical procedures and standards developed by Cambridge University Press, following the guidelines for good ethical behavior in scientific publications of the *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* and *World Association of Medical Editors (WAME)*

Publisher Responsibilities

Acting in a balanced, objective and fair manner without any sexual, religious, political, origin or ethical discrimination with authors, adopting regulations issued in The Political Constitution of Colombia regarding editorial ethics.

Considering, editing and publishing academic contributions only on the basis of academic merits without regard to any commercial influence or conflict of interest.

The editor and editorial committee act in accordance with regulations, policies, and procedures established by Universidad Distrital Francisco José de Caldas and in particular by the Agreement 023 of June 19, 2012, of the Academic Council, which regulates editorial policy to this University. In consequence, editor accepts and follows proper procedures to resolve potential complaints or ethical misunderstandings or conflict of interest.

Reviewer responsibilities

To contribute objectively to the evaluation process of manuscripts submitted to the journal *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*, collaborating opportunely with the improvement in the scientific quality of these original products.

Maintaining confidentiality of data provided by the publisher, editorial committee or authors, making correct use of such information by the means provided. However, it is reviewer decision to keep or copy the manuscript in the evaluation process.

Inform the publisher and the editorial committee, in a timely manner, when the content of an academic contribution include elements of plagiarism or resemble substantially other research products published or in the process of being published.

Report any potential conflict of interest with the author of an academic contribution, for example, by financial, institutional, collaborative, or other relationships. In such a case, and if necessary, withdraw their services in the evaluation of the manuscript.

Author responsibilities

Maintain accurate records and supports of data and analysis data related to the manuscript submitted. When the editor or editorial committee, for reasonable reasons, require this information, authors

must provide or facilitate access to it. At the time of being required, original data will enter a chain of custody that ensures confidentiality and protection of this information by the journal.

Confirm by a letter of originality (format pre-established by the journal) that academic contribution submitted for evaluation is not being considered or has been submitted and/or accepted for another publication. When part of the content of this contribution has been published or presented in another medium, authors must recognize and cite the respective academic sources and credits. In addition, they must submit a copy to the editor and to the editorial committee of any publication that may have content superimposed or closely related to the contribution submitted for consideration. Also, the author must recognize the respective credits of material reproduced from other sources. Items such as tables, figures or patents, which require special permission to be reproduced, must be accompanied by a letter of acceptance of reproduction signed by the holders of the respective copyright.

In research involving animals, authors must to maintain and ensure good regulatory practices and appropriate research processes.

Declare any potential conflict of interest that may exert undue influence at any point in the publication process.

Carefully review final arts of the contribution, prior to publication in the journal, reporting on any mistakes that may occur and must be corrected. In case of finding significant errors, once the academic contribution has been published, authors should notify the publisher and the editorial committee opportunely, cooperating subsequently with the journal in the publication of a statement of errata, appendix, notice, correction or, in the cases where it is considered necessary, remove the manuscript from the published number.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas' responsibility

The Universidad Distrital Francisco José de Caldas, in whose name is published the journal *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*, and according to the stipulation in Agreement 023 of June 19, 2012, of Academic Council, by means of which it regulates the editorial policy of the University, will ensure that ethical standards and good practices are fully complied with.

Procedures for dealing with unethical behavior

Unethical behavior identification

Information on unethical behavior should be provided in the first instance to the editor of *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* journal, or failing that, to the editorial committee and, as a last resort, to the publications committee of Sciences and Education Faculty of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas. In the case of these actors do not give a timely response, external involved institutions and competent entities should be informed.

Unethical behavior includes what is stipulated in the declaration of the *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* journal about good practices and ethical standards, regulations of Science and Education Faculty, rules of District University Francisco José de Caldas in this subject and, regulations established in the Political Constitution of Colombia.

Notification of unethical behavior must be in writing and be accompanied by tangible, reliable and enough evidence to initiate a research process. All complaints will be considered and treated in the same manner until a decision or conclusion is made.

Investigation and preliminary inquiry process

Editor, who should consult or seek the advice of editorial committee and the publications committee, as the case may be, must take the first decision.

Evidence of the investigation will be kept confidential.

Unethical behavior that Editor deems to be minor can be treated between himself and the authors without the need for additional inquiries. In any case, authors should have the opportunity to respond to complaints made for unethical behavior.

Unethical behavior of a serious nature should be notified to the entities of institutional affiliation of the authors or to those who support the investigation. The publisher, in agreement of the Universidad Distrital Francisco José de Caldas, must make a decision as to whether or not to involve the sponsors, either by reviewing available evidence or by re-consulting with a limited number of experts.

Outcomes

(In increasing order of severity; may be applied separately or in conjunction).

Informing or educating the author or reviewer where there appears to be a misunderstanding or misapplication of acceptable standards.

A more strongly worded letter to the author or reviewer covering the misconduct and as a warning to future behavior.

Publication of a formal notice detailing the misconduct.

Publication of an editorial detailing the misconduct.

A formal letter to the head of the author's or reviewer's department or funding agency.

Formal retraction or withdrawal of a publication from the journal, in conjunction with informing the head of the author or reviewer's department, Abstracting & Indexing services and the readership of the publication.

Imposition of a formal embargo on contributions from an individual for a defined period.

Reporting the case and outcome to a professional organization or higher authority for further investigation and action.

GUIA DO AUTOR E DECLARAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, (Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.) publica artigos originais resultantes de: resultados de pesquisa, reflexão documentada e crônica de experiências. De acordo com a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), esse material está relacionado com a área do conhecimento das Ciências da Educação, especificamente com as áreas de educação e investigação no ensino e aprendizagem das ciências naturais (física, química, biologia, astronomia) e da matemática.

A revista busca consolidar-se como um cenário de fortalecimento da comunidade acadêmica de professores de ciências naturais, tanto na formação quanto na prática profissional em diferentes níveis de ensino.

Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc. é publicado trimestralmente, durante os meses de Janeiro, Maio e Setembro, respectivamente.

Âmbito geográfico: nacional e internacional

Pode ser referenciado como: *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*

Indexação

O periódico tem visibilidade em bases de dados como: Emerging Source Citation Index (ESCI), EBSCOHost Fuente Académica Plus, ERIHPLUS, Latindex, Journal TOCs, EUROPub, REDIB, MIAR, Actualidad Iberoamericana, Sherpa Romero, DOAJ, CLASE (B2), Dialnet, IRESIE.

Política de Acesso Livre

Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc. é uma publicação de acesso aberto, sem encargos econômicos

para autores ou leitores. A publicação, consulta ou download do conteúdo da revista não gera nenhum custo para autores ou leitores, uma vez que a Universidade do Distrito Francisco José de Caldas assume os custos relacionados à edição, gerenciamento e publicação. Os pares avaliadores não recebem nenhuma compensação econômica por sua valiosa contribuição. O trabalho de todos os autores mencionados acima é entendido como uma contribuição para o fortalecimento e crescimento da comunidade de pesquisa no campo do Ensino de Ciências.

O conteúdo da revista são publicados sob os termos da [Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgual 4.0 Internacional \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), sob a qual outros podem distribuir, remix, tweak, e criar a partir do trabalho de forma não comercial, desde que eles dêem crédito e licenciam suas novas criações sob as mesmas condições.

Os detentores dos direitos autorais são os autores e a revista *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* Os proprietários mantêm todos os direitos sem restrições, respeitando os termos da licença relativa à consulta, download e distribuição do material.

Quando o trabalho ou qualquer um dos seus elementos estiver no domínio público de acordo com a lei aplicável, esta situação não será afetada pela licença.

Da mesma forma, incentivamos os autores a depositar suas contribuições em outros repositórios institucionais e temáticos, com a certeza de que cultura e conhecimento são bons para todos e para todos.



Termos e condições gerais

A revista *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* (*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*) publica trabalhos em espanhol, português e inglês. O processo de submissão de artigos é totalmente online através do nosso website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Os papéis devem cumprir os seguintes requisitos:

- Comprimento máximo do documento deve ser de 9000 palavras incluindo referências.
- Para garantir o anonimato do autor no momento da revisão por pares, o nome do autor deve ser substituído no artigo submetido pela palavra autor1e/ou autor2, etc. Esta alteração deve ser feita tanto no título do artigo como no texto, nas autocitações e auto-referências.
- Documento deve conter um título em espanhol, português e inglês; não deve exceder 20 palavras.
- resumo deve conter os objetivos do estudo, a metodologia utilizada, os principais resultados e a discussão ou conclusões correspondentes. Deve ser escrito em um único parágrafo de no máximo 300 palavras, sem citações ou abreviaturas e deve ser traduzido para espanhol, português e inglês.
- Incluiu no máximo 7 palavras-chave em espanhol, português e inglês.
- A bibliografia, tabelas e figuras devem ser ajustadas de acordo com o modelo de documento da revista (https://docs.google.com/document/d/1dtlDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTr3V3t5I1hg/edit#).

Os trabalhos apresentados para publicação não devem ter “Direitos de Autor” outorgados a terceiros na data de envio do artigo, e os conceitos e opiniões que contem são de exclusiva responsabilidade dos autores. Também, o autor aceita que o trabalho enviado é do tipo original, que não tem sido publicado nem está sendo considerado para publicação em outro periódico. *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*, pode utilizar o artigo, ou parte dele, com

fins de divulgação e difusão da atividade científica e tecnológica, sem que isto signifique que se afete a propriedade intelectual dos autores.

Por política editorial, cada autor só pode candidatar-se a um artigo por ano.

Processo de Avaliação por pares

Os trabalho submetidos para publicação serão analisados previamente pelo editor e, se responder ao âmbito do periódico, serão enviados para ser revisados pelo Conselho Editorial, com um mínimo de dois avaliadores por meio do sistema de revisão cega de pares acadêmicos (*peer review*), quem analisará em acordo com os critérios definidos. O artigo será devolvido para o autor, ou autores, em caso de que os avaliadores sugiram mudanças e/ou correções. Em caso de divergência de opiniões, o texto será enviado a um terceiro avaliador, para arbitragem.

A publicação do trabalho implica ceder dos direitos de autor não-exclusiva a *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.* A reprodução total ou parcial de artigos e matérias publicadas podem ser feitas de acordo com a licença sob a qual o material é publicado. Os conteúdos desenvolvidos nos textos são de responsabilidade dos autores, significa, que não coincidem necessariamente com o ponto de vista do Editor, ou do Conselho Editorial do periódico. A critério do Conselho Editorial, poderão ser aceites artigos de crítica, defesa e/ou comentários sobre artigos publicados no periódico. É de responsabilidade do autor indicar se a pesquisa é financiada, se foi aprovada pelo comitê de Ética da área e se tem conflitos de interesse, nos casos em que seja necessário. A revisão pelo editor pode levar de duas a três semanas, e a revisão pelos pares acadêmicos pode levar de seis a 12 semanas.

Declaração de ética

O periódico *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias* tem compromisso com altos níveis de ética,

para o qual põe em prática todas as ações possíveis a fim de evitar o fraude e o plágio. Todos os autores devem submeter manuscritos originais, inéditos e de sua autoria declarando tais características no momento de submeter seus trabalhos para consideração do comitê editorial. Do mesmo jeito, o periódico se compromete com garantir uma revisão justa e objetiva dos manuscritos para o qual utiliza o sistema de avaliação cega de pares (*peer review*).

Declaração de boas práticas editoriais e normas técnicas

Este documento tem sido adaptado do documento para procedimentos e standares éticos elaborado por Cambridge University Press, seguindo as diretrizes para o bom comportamento ético em publicações científicas seriadas do *Committee on Publication Ethics (COPE)*, *International Committee of Medical Journal Editors (ICJME)* e *World Association of Medical Editors (WAME)*.

Responsabilidade dos editores

Atuar de maneira equilibrada, objetiva e justa sem algum tipo de preconceito ou discriminação sexual, religiosa, política, de origem, ou ética dos autores, fazendo um correto uso das diretrizes mencionadas na legislação colombiana neste aspecto.

Considerar, editar e publicar as contribuições acadêmicas somente por méritos acadêmicos sem levar em conta algum tipo de influencia comercial ou conflito de interesses.

Acolher e seguir os procedimentos apropriados para resolver possíveis queixas ou dificuldades de caráter ético ou de conflito de interesses. O editor e o comitê editorial atuarão em acordo com as regulamentações, políticas e procedimentos estabelecidos pela Universidade Distrital Francisco José de Caldas e particularmente sob o acordo 023 de 19 de junho de 2012 do Conselho Acadêmico, mediante o qual se regulamenta a política editorial

da Universidade e a normatividade vigente neste tema em Colômbia. Em qualquer caso se oferecerá aos autores a oportunidade de responder frente a possíveis conflitos de interesse. Qualquer tipo de reclamação deve ser suportada com a documentação que comprove a conduta inadequada.

Responsabilidades dos avaliadores

Contribuir de maneira objetiva no processo de avaliação dos manuscritos submetidos a consideração do periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" contribuindo, em forma oportuna, com a melhora da qualidade científica deste produtos originais de pesquisa.

Manter a confidencialidade dos dados ministrados pelo editor, o comitê editorial e os autores, fazendo uso correto de tal informação pelos médios que lhe sejam outorgados. Não obstante, é sua decisão conservar ou copiar o manuscrito no processo de avaliação.

Informar ao editor e ao comitê editorial, de maneira oportuna, quando o conteúdo de uma contribuição acadêmica presente elementos de plágio ou seja semelhante substancialmente a outros resultados de pesquisa publicados ou em processo de publicação.

Informar qualquer possível conflito de interesses com uma contribuição acadêmica por causa de relações financeiras, institucionais, de colaboração ou de outro tipo entre o revisor e os autores. Para tal caso, e se for necessário, retirar seus serviços na avaliação do manuscrito.

Responsabilidades dos autores

Manter suportes e registros dos dados e análises de dados relacionados com o manuscrito submetido a consideração do periódico. Quando o editor e o comitê editorial do periódico precisarem desta informação (por motivos razoáveis) os autores deverão ministrar ou facilitar o acesso a tal

informação. No momento de ser requeridos, os dados originais ficarão em uma cadeia de custódia que garanta a confidencialidade e proteção da informação por parte do periódico.

Confirmar mediante carta de originalidade (formato previamente estabelecido pelo periódico) que a contribuição acadêmica submetida a avaliação não esta sendo considerada ou não tem sido submetida e/ou aceita em outra publicação. Quando parte do conteúdo desta contribuição tem sido publicado ou apresentado em outro meio de difusão, os autores deverão reconhecer e citar as respectivas fontes e créditos acadêmicos. Além disso, deverão apresentar copia ao editor e ao comitê editorial de qualquer publicação que possa ter conteúdo superposto ou estreitamente relacionado com a contribuição submetida a consideração. Adicionalmente, o autor deve reconhecer os respectivos créditos do material reproduzido de outras fontes. Aqueles elementos como tabelas, figuras e patentes, que precisarem de alguma permissão especial para ser reproduzidos deverão estar acompanhados de uma carta de aceitação de reprodução por parte dos donos dos direitos de autor do produto utilizado.

Em aquelas pesquisas nas quais se experimenta com animais se devem manter e garantir as praticas adequadas estabelecidas na normatividade que regula este tipo de atividade.

Declarar qualquer possível conflito de interesse que possa exercer uma influencia indevida em qualquer momento do processo de publicação.

Revisar cuidadosamente as artes finais da contribuição, previamente a publicação no periódico, informando sobre os erros que se possam apresentar e devam ser corrigidos. Em caso de encontrar erros significativos, uma vez publicada a contribuição acadêmica, os autores deverão notificar oportunamente ao editor e ao comitê editorial, cooperando posteriormente com o periódico na publicação de uma errata, apêndice, aviso, correção, ou nos casos

em que considere necessário retirar o manuscrito do numero publicado.

Responsabilidade da Universidade Distrital Francisco José de Caldas

A Universidade Distrital Francisco José de Caldas, em cujo nome se publica o periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" e seguindo o estipulado no acordo 023 de junho 19 de 2012 do Conselho Acadêmico, pelo qual se regulamente a Política Editorial da Universidade, garante que as normas éticas e as boas praticas se cumpram a cavalidade.

Procedimentos para tratar um comportamento não ético

Identificação dos comportamentos não éticos

O comportamento não ético por parte dos autores do qual se tenha conhecimento ou o periódico seja informado, serão examinados em primeiro lugar pelo Editor e o Comitê Editorial do periódico.

O comportamento não ético pode incluir, mas não necessariamente limitar-se ao estipulado na declaração de boas praticas e normas éticas do periódico "Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias", a regulamentação da Faculdade de Ciências e Educação e a Universidade Distrital Francisco José de Caldas neste campo.

A informação sobre um comportamento não ético, deve ser feito por escrito e estar acompanhada com evidencias físicas, confiáveis e suficientes para iniciar um processo de pesquisa. Todas as denuncias deverão ser consideradas e tratadas da mesma maneira, até chegar em uma decisão e conclusão exitosa.

A comunicação de um comportamento não ético deve ser informada em primeiro lugar ao Editor do periódico e posteriormente ao Comitê editorial ou

ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação. Em aqueles casos onde os anteriores autores não dessem resposta oportuna, devesse informar-se deste comportamento não ético ao Comitê de publicações da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

A reclamação sobre um comportamento não ético por parte do Editor ou do Comitê Editorial do periódico deverá ser informado ao Comitê de publicações da Faculdade de Ciências e Educação da Universidade Distrital Francisco José de Caldas.

Pesquisa

A primeira decisão deve ser tomada pelo Editor, quem deve consultar ou procurar assessoria do Comitê Editorial e do Comitê de Publicações, segundo o caso.

As evidencias da pesquisa serão mantidas em confidencialidade.

Um comportamento não ético, que o Editor considere menor, pode ser tratado entre ele(a) e os autores sem necessidade de outras consultas. Em qualquer caso, os autores devem ter a oportunidade de responder às denúncias realizadas pelo comportamento não ético.

Um comportamento não ético de caráter grave deve ser notificado às entidades de afiliação institucional dos autores ou que respaldam a pesquisa. O Editor, em acordo com a Universidade Distrital Francisco José de Caldas, deverá tomar a decisão de envolver ou não aos patrocinadores, bem seja por meio do exame da evidencia disponível ou por meio de novas consultas com um número limitado de profissionais da área.

Resultados (em ordem crescente de gravidade, poderão ser aplicadas por separado ou em conjunto)

Informar sobre as normas éticas aos autores ou revisores onde parece estar a dificuldade ou a má prática.

Enviar uma comunicação oficial aos autores ou avaliadores que indiquem a falta de conduta ética e fique como precedente para o bom comportamento no futuro.

Fazer a notificação pública formal onde se detalhe a má conduta com base nas evidencias do processo de pesquisa.

Fazer uma página de editorial que denuncie de forma detalhada a má conduta com base nas evidencias do processo de pesquisa.

Enviar uma carta formal às entidades de afiliação institucional dos autores que por sua vez respaldam ou financiam o processo de pesquisa.

Realizar correções, modificações ou de ser necessário retirar o artigo da publicação do periódico, fechando os serviços de indexação e o número de leitores da publicação, e informando esta decisão à instituição de afiliação dos autores e aos avaliadores.

Realizar um embargo oficial de cinco anos ao autor, período no qual não poderá volver a publicar no periódico.

Denunciar o caso e o resultado da pesquisa ante as autoridades competentes, em caso que o bom nome da Universidade Distrital Francisco José de Caldas esteja comprometido.