

VOL 16 • NÚM 1 • ENERO - ABRIL 2021 • ISSN: 2665-330 • e-32346-4712

GÓNDOLA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL 16 • NÚM 1
ENERO-ABRIL DE 2021
ISSN : 2346-4712



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

**Revista Góndola,
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**
Volumen 16-Número 1
ener-abril 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 Distrital Francisco José de Caldas,
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. Anna Maria Canavarro
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Ph.D. Carlos Humberto Zuluaga Trujillo
*Institución Educativa INEM Jorge Isaacs de
Cali, Colombia*

Ph.D. Daniele Lopes Oliveira
Faculdade de Piracanjuba, Brasil.

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

Ph.D. Eliane Angela Veit
*Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Brasil*

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

Ph.D. Fábio da Purificação de Bastos
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Ph.D. Fernanda Franzolin
Universidade Federal do ABC, Brasil

Ph.D. Gabriela Meroni
Instituto Crandon, Uruguay

MSc. Gloria Patricia Ramirez
*Secretaría de Educación del Distrito Capital,
Colombia.*

Ph.D. José Bento Suart Júnior
*Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Brasil*

Ph.D. Jefferson Mainardes
Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Ph.D. Kamila Ferreira Prado
Universidade Estadual Paulista, Brasil.

Ph.D. María Virginia Luna
Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina

Ph.D. Mónica Yasmin Rueda Pinto
Universidad Santo Tomás, Colombia.

MSc. María Helena Ochoa Cuida
*Secretaría de Educación del Distrito Capital,
Colombia.*

MSc. Martha Janneth Saavedra
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia

Ph.D. Nehemías Moreno Martínez
*Universidad Autónoma de San Luis Potosí,
México*

Ph.D. Neusa Maria Jhon Scheid
Universidade Federal de Santa María, Brasil



Contenido

EDITORIAL

- Dejarnos enseñar de comenius lo que sabemos que ignoramos 5
Let us teach by comenius what we know we ignore
Nos deixar ensinar de comenius o que sabemos que ignoramos
Carlos Jilmar Díaz-Soler

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista con Eder Pires De Camargo 8
Interview with Eder Pires de Camargo
Entrevista com Eder Pires de Camargo
Olga Lucía Castiblanco Abril

ARTÍCULOS

- Diseño de actividades para una didáctica de la astronomía vivencialmente significativa 15
Design of activities for a didactic of astronomy viventially significant
Planejamento de atividades para uma didática da astronomia vivencialmente significativa
Néstor Camino

- El tomate que no flota en agua: una posible secuencia para el aprendizaje activo de ingravidez 38
Tomato that doesn't float in water: A possible sequence for active learning of weightlessness
O tomate que não flutua na água: uma possível sequência para a aprendizagem ativa da não gravidade
Josip Slisko

- Formação acadêmica e as compreensões de natureza da ciência e de investigação científica de 46
alunos de cursos de licenciatura
Educating pre-service teachers from understandings about the nature of science and scientific inquiry
Formación académica a partir de las comprensiones de la naturaleza de la ciencia y de la investigación científica con alumnos de licenciatura
Letícia Manica Grando y Fernanda Aparecida Meghioratti

- Práticas de professores com abordagens investigativas 68
Teacher's practices with investigative approaches
Prácticas de profesores con enfoques de investigación
Maria da Conceição Barbosa Lima y Deise Miranda Vianna

- ¿Progresan las concepciones sobre la ciencia de futuros maestros/as tras la implementación de 78
propuestas constructivistas para la alfabetización científica?
Do pre-service teachers conceptions on science progress after the implementation of constructivist didactic proposals oriented towards developing scientific literacy?
As concepções sobre a ciência dos futuros professores estão progredindo após propostas constructivistas destinadas à alfabetização científica?
Lourdes Aragón, Natalia Jiménez-Tenorio, Juan José Vicente-Martorell y Marcia Eugenio

- Aspectos característicos da utilização de experimentações por professores de física do ensino 96
médio de um município paulista
Characteristic aspects of the use of experimentations by high school physics teachers in a municipality of São Paulo
Aspectos característicos del uso de experimentaciones por profesores de física de la escuela secundaria en un municipio de São Paulo
Fernanda Sauzem Wesendonk y Eduardo Adolfo Terrazan



Contenido

Conceptualización y gravedad semántica en la construcción de explicaciones científicas en la clase de fisicoquímica: un estudio de caso Conceptualization and semantic gravity in the construction of scientific explanations in a science classroom: a case study Conceptualização e gravidade semântica na construção de explicações científicas em uma aula de ciências: um estudo de caso <i>Guillermo Cutrera, Marta Massa y Silvia Stipcich</i>	115
O conhecimento em vigotski: uma contribuição à compreensão do referencial histórico-cultural The knowledge in vygotsky: a contribution to the use and understanding of historical-cultural reference Conocimiento en vigotski: una contribución para entender el marco histórico-cultural <i>Douglas Augusto Galbiatti y Eder Pires de Camargo</i>	128
Una propuesta educativa basada en el tpack para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento An educational proposal based on tpack to the teaching, learning and evaluating the concept of movement Uma proposta educacional baseada em tpack para o ensino, aprendizagem e a avaliação do conceito de movimento <i>Olga Lucía Godoy Morales</i>	140
Questão sociocientífica: uma estratégia para o desenvolvimento da argumentação em aulas de química Socioscientific issue: a strategy for the development of argumentation in chemistry classes Problema sociocientífico: una estrategia para el desarrollo de la argumentación en clases de química <i>Thiara Vanessa da Silva Barbosa* y Verônica Tavares Santos Batinga</i>	158
Reconfigurando o currículo e discutindo questões étnico-raciais em um curso técnico Reconfiguring the curriculum and discussing ethnic-racial issues in a technical course Reconfigurando el currículo y discutiendo cuestiones étnico-raciales en un curso técnico <i>Sara Souza Pimenta , Andrei Steveen Moreno Rodríguez y Elisa Prestes Massenas</i>	175
RESEÑA	
Livro: Didática da Física. Autor: Roberto Nardi; Olga Castiblanco Book Review: Title: Didactics of Physics Libro: Didáctica de la Física <i>Reseña Elaborada por: Patricia Ramirez Lopez</i>	192



EDITORIAL

Dejarnos enseñar de COMENIUS lo que sabemos que ignoramos

Carlos Jilmar Díaz-Soler*

Hacer de la escuela un fenómeno privilegiado de reflexión es, sin lugar a duda, un gesto que desde hace mucho venimos realizando. Así, las inquietudes relacionadas con la enseñanza, la pregunta por el profesor, las deseables características volitivas y cognitivas en los aprendices o aquellas discusiones sobre el saber —por mencionar algunos aspectos que atañen a la discusión sobre la pedagogía— han sido asuntos de marcado interés para algunos: Jenofonte (cf. *Ciropedia*), Platón (cf. *Menón*, *Banquete...*), Clemente de Alejandría (cf. *El pedagogo*), Juan Luis Vives (cf. *Diálogos sobre educación*, *Las disciplinas*, *Instrucción de la mujer cristiana*), Erasmo de Róterdam (cf. *Educación del príncipe cristiano*), Pestalozzi (cf. *Cartas sobre la educación de los niños*, *Cómo Gertrudis enseña a sus hijos*, *Libros de educación elemental...*), Rousseau (cf. *Emilio o de la educación*), Claparède (cf. *La educación funcional*, *La escuela y la psicología...*), Piaget (cf. *Educación e instrucción*, *Psicología y pedagogía*), por mencionar unos pocos.

La discusión sobre la educación y la escuela como institución requiere de un plano de reflexión sobre el saber y su circulación. Insistamos en que no en todo espacio es necesario o importante, ni obligatorio asumir la perspectiva del saber; por eso, también, se hace pertinente aclarar que esto se cumple cuando nos disponemos a pensar: uno, en términos investigativos, en tono de pregunta, en calidad de interrogación; y, dos, sobre las implicaciones de la función de profesor.

Con la instauración de los modernos sistemas educativos, se nos hace plausible la idea de que el maestro operaría, se supone, entre dos lógicas: de un lado —de su lado— tendría la lógica inmanente propia del saber (matemáticas, historia, física, geografía, química, filosofía, biología, etc.) y, de otro lado, tiene las representaciones de sus estudiantes, las que circulan en la sociedad. En efecto, la relación del maestro con el saber se establecería con base en criterios dentro del marco mismo del saber (modo inmanente), por un lado y, no menos importante, con algunas de las representaciones de sus estudiantes: lo propio del espacio escolar no es sencillamente validarlas o invalidarlas. El espacio escolar no sólo se ocuparía del saber, sino también de los estudiantes, que, de un lado, son portadores de las representaciones (que los ligan legítimamente a las prácticas sociales); y que, de otro lado, podrían ser portadores del saber, que es la apuesta de las instituciones de educación. Como se ve, hablar del saber en la escuela requiere hacer diferenciaciones, en tanto horizonte.

Conmemorar la aparición en checo de la *Didáctica Magna*, de Juan Amos Comenio (1592 - 1670), es una buena oportunidad para visitar sus escritos, ya que legó para nosotros una reflexión sistemática sobre la educación y, en la atmósfera religiosa en la que apareció su *Didáctica Magna* (1632), por ejemplo, dejó constancia de su particular manera de comprenderla; documento que nos aproxima a algunas de sus inquietudes, en donde es posible recoger, por un lado, una posibilidad de responder de cierta manera común para la época a sus interrogantes fundamentales; por otro, podemos encontrar, también,

* Psicólogo, Universidad Nacional de Colombia, 1992. Magíster en Historia de la Educación y la Pedagogía, Universidad Pedagógica Nacional, 2002. Doctor en Educación. Área: Conocimiento, Lenguaje y Arte, Universidad Estatal de Campinas Sao Paulo Brasil, 2011. Docente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Email: cjdiazs@udistrital.edu.co

la materialización de la singularidad con la que Comenius asume su elaboración sobre la escuela. Si los datos e informaciones referidas a las circunstancias y a las condiciones vividas por él logran apoyar el desafío que implica la comprensión de su razonamiento sobre la educación, no es menos cierto que dicho esfuerzo es precario, máxime cuando queremos dejarnos enseñar de él lo que sabemos que ignoramos. Se trataría, en consecuencia, de recuperar la historia, a condición de comprender en ella el presente que ha sido vivido allí. Existe una gran distancia entre lo que efectivamente hacemos en la escuela y la elaboración teórica que de ello hacemos... Desfase que permite salir de la tentación del simple catálogo formal de procedimientos o de categorías conceptuales asumidas bajo la idea de procedimientos que concluyen con agrupamientos simples. Entonces, si de lo que se trata es de generar posibilidades para entender, ¿dónde colocar el acento?

De su *Didáctica Magna* sorprende su sistematicidad. Capítulo a capítulo nos presenta un trabajo que lleva de lo general a lo particular. Se detiene en minucias, a condición de explicitar su punto de partida. Su postura sobre la educación plantea, por ejemplo, que ninguna actividad humana se presenta aislada del entramado social; Comenius diseña su manera de comprenderla en su vínculo: con los sujetos, con el saber, es decir, plantea la educación como un escenario particular de la condición humana: la escuela contribuye a engendrar asuntos específicos de lo humano mediante su accionar, debido a que comporta desde siempre una historicidad fundamental que será preciso establecer. Análisis que asume al postular que aquello que está en juego es algo más que manejar un vocabulario.

Si bien es cierto que con la *Didáctica Magna* podemos hablar del momento y del contexto en que se halla, podríamos darnos la oportunidad de pensar —gracias precisamente al trabajo de Comenius— que en ella hallamos algo de la singularidad de Comenius frente al problema planteado, marco que, a su vez, da pie para reconocer que su discusión asume la especificidad de lo humano como un efecto: si “conviene formar al hombre si debe ser tal”, como nos dice, es porque asume que el hombre no es natural, que se ha desnaturalizado y, con ello, entonces, la educación no es asumida como algo dado, como algo natural..., en palabras de Comenius: “la posibilidad de su formación” muestra el horizonte de algo radicalmente distinto del universo dado a los animales: Comenius investiga, interroga y problematiza qué hace de los humanos algo diferenciable.

Al tratar de comprender, de ubicar en otro nivel el drama al que nos enfrentamos una y otra vez de forma siempre sensible —dada la existencia de la escuela—, no sólo en nuestra época, también, en la de Comenius, el texto motivo de nuestro análisis presenta, en consecuencia, ciertos valores sobre la condición humana, valores que ordena de acuerdo con una determinada forma que su palabra asume, al colocar en el horizonte el problema de la formación.

Podemos admitir desde ahora que la reflexión sobre la educación ha conocido dos etapas, definiendo la segunda nuestra época: en primer lugar, hemos querido reflexionar, conocer e interrogar lo que ya hacíamos con ella —la educación—, de este modo, ubicamos el catálogo histórico de textos sobre ella. Ahora bien, aconteció que, sobre todo a lo largo del siglo XX, hemos buscado hacer de esta reflexión sobre la educación un asunto de ciencia, cuyo alcance estamos en mora de discutir. Pues si la educación y la escuela han sido un fenómeno de reflexión específica desde hace siglos, el puntual horizonte que nos propone la reflexión desde los específicos marcos de la ciencia, por su parte, es muy reciente. El desafío que comporta la reflexión desde los marcos de la ciencia está marcado, además, por las recientes precisiones con las que contamos hoy sobre la lengua, en tanto que «clave» del hombre y de la historia social: la discusión sobre la lengua —vía de acceso a las leyes de funcionamiento de la sociedad— está implicando, quizá, lo que constituye una de las características determinantes de nuestra época, además del desafío que entraña su investigación.

El lenguaje, cuya praxis el hombre ha dominado desde siempre, dentro de la historia —gracias al esfuerzo de ciencia— está aislado en cuanto que objeto abstracto-formal, susceptible de posibilitar introducirnos en las leyes de su propio funcionamiento y, por esta vía, adentrarnos en aspectos referidos a la condición humana y de lo social su orden. Vislumbramos así una posibilidad para la elucidación de la educación como problema, es decir, de penetrar, también, en la lógica del saber, en el problema de su enseñanza y, por qué no, en los laberintos del aprendizaje, aspecto que hoy, también, nos inquieta. Si el lenguaje es la materia del pensamiento, también es el elemento propio de la comunicación social. Una sociedad sin lenguaje no existe, como tampoco puede existir sin comunicación. Todo lo que se produce en relación con la escuela y la educación sucede para ser comunicado en el intercambio social. Ahora bien, la escuela en las sociedades modernas y contemporáneas es una institución que tiene una marcada importancia: de varias maneras es convocada a responder a intereses diversos: políticos, sociales, económicos, religiosos, etc. Cualquiera que sea el momento en que se considera a la escuela —en los períodos históricos más remotos, en los grupos humanos más diversos y, por supuesto, en la época moderna— se presenta como un sistema complejo, en el que encontramos mezclados problemas de distinta índole.

A pesar de esta multiplicidad de problemas integrados a la escuela, esos particulares discursos se trazan tres preocupaciones comunes: las preguntas por el saber y su lógica; las inquietudes por la enseñanza y sus horizontes, además, del aprendizaje y sus vicisitudes. En este marco, podemos decir que estas preocupaciones se enmarcan en discusiones cuyo horizonte está implicando interrogarnos sobre el sujeto, a la vez que preguntarnos sobre las condiciones de posibilidad para su formación, entendiendo, claro está, que la formación es uno de los efectos posibles del paso por las instituciones de educación.



ENTREVISTA CON EDER PIRES DE CAMARGO*

Por: Olga Lucía Castiblanco Abril** 



Foto. Elisabete María Toniões de Camargo (mi madre), Eder Pires de Camargo y Elio Pires de Camargo (mi padre).

Archivo personal de Eder Pires.

En el I Encuentro Nacional de Enseñanza de la Ciencia para la Inclusión, organizado por el Semillero de Óptica de Materiales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y el Capítulo interdisciplinario de óptica de Risaralda de la Universidad Tecnológica de Pereira, en octubre de 2020, se presentó la conferencia titulada “Eder Pires de Camargo: un extranjero entre videntes” ofrecida por la Dra. Olga Castiblanco. En esta oportunidad se tuvo la presencia del Dr. Eder Pires de Camargo, quién respondió las preguntas que hizo el público. Las preguntas fueron respondidas por Eder Pires durante el evento, pero luego fueron sistematizadas y ampliadas por escrito en portugués. Posteriormente, Olga Castiblanco hizo la traducción al español y organizó este documento que se pone a disposición

de la comunidad para mayor comprensión del significado de la inclusión de personas con diversidad funcional visual, específicamente en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la física. Las preguntas de los participantes se identifican con el código P y las respuestas del Dr. Eder Pires se identifican con el código EP.

P1: ¿Qué fue lo más complicado que tuvo que enfrentar al ejercer la enseñanza de la física?

EP: Había dos cosas: 1) El miedo a fallar en el examen médico de ingreso a la docencia. Cuando terminé la Licenciatura en física, en enero de 1996, me inscribí inmediatamente a la Secretaría de Educación de la región de Bauru, a la que pertenecía la

* Título de Libre Docente em enseñanza de la física por la Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira (2016). Doctor em Educação por la Universidade Estadual de Campinas (2005). Licenciado em Física (1995), Magíster em Educação para la Ciencia (2000) y Pos Doctor (2006) por la Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Bauru. Es Docente del Departamento de Física y Química de la UNESP de Ilha Solteira

* Licenciada en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá-1996), Magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá-2003), Doctora en Educación para la Ciencia de la Universidad del Estado de São Paulo (Brasil-2013). Ganadora del Premio Mujeres de Éxito, Colombia, 2020. Actualmente es docente e investigadora de Didáctica de la Física en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

ciudad de Lençóis Paulista. El día de la asignación del cargo, era uno de los pocos profesores con formación en física y con la posibilidad de enseñar química y matemáticas. Me concedieron 18 clases de física y 18 clases de química, en dos escuelas diferentes, totalizando 36 clases, la máxima carga para ese tiempo. Luego, para poder tomar las clases, tuve que someterme a un examen médico, algo que me asustaba desde que estudiaba física en la universidad. Imaginé que podría tener problemas con el médico que juzgaría mal mi capacidad como docente por mi aspecto visual. Y justo eso fue lo que pasó. Entré en el consultorio y el médico experto me preguntó: "Pero ¿Cómo va a hacer para corregir las evaluaciones y llamar a lista si no puede ver?" Sentí que todo lo que había estudiado en la universidad sobre física y enseñanza de la física se reducía, para ese doctor, en dos capacidades, la de corregir pruebas y llamar a lista. Le respondí que con el apoyo de la familia superaría esos obstáculos. Él, que conocía a mis padres de la iglesia, terminó firmando el informe médico que me autorizaba a ir a la escuela a dar mis primeras clases.

Más tarde, en el año 2000, cuando participé de la convocatoria para ser profesor titular en la red pública del estado de São Paulo, tuve otro problema con un médico experto. El médico evaluó mis ojos, midió la presión intraocular, verificó las características de la retina y dijo para sí mismo y con sonido alto y claro: "Pero ¡Como tiene sus retinas! ¡¿Cómo va a dar clases de esta forma?! ¡No puede ver nada! ¿Cómo sabrá si los estudiantes están haciendo copia?" Levantó el teléfono, llamó a un retinólogo, explicó mi situación y repitió todo eso. Traté de explicarle que había estado enseñando durante 4 años, que mi madre y mi hermana me ayudaron, que los estudiantes me ayudaron con la llamada a lista, etc., pero fue inútil, sentí que me reprobaría. Luego, como un último intento de convencerlo, saqué de mi bolso, la tesis de Maestría que acababa de defender en la UNESP de Bauru y le mostré "Doctor, mire, acabo de terminar mi Maestría en

Educación para la Ciencia, en Bauru, ¿Puede darme la oportunidad de ser maestro?" Entonces tomó mi tesis en sus manos y dijo: "¿Hiciste una maestría en la UNESP? ¿Conoces a (el nombre de una colega)?" ¡Por supuesto, ella hizo la maestría conmigo! Y luego respondió: "¡Pero ella es mi esposa!" A partir de ese momento todo cambió. Se creó un ambiente agradable, firmó los papeles de mi autorización para enseñar y pude asumir la cátedra en la escuela pública como un maestro titular.

Lo segundo mas complicado fue la relación con algunos directivos al inicio de la docencia. En 1996, luego de obtener la autorización médica para enseñar (historia descrita arriba), fui a una de las escuelas donde recibí 18 horas de clases (llamemos a esta escuela A). El director de la escuela A, que había sido mi maestro en la escuela secundaria, llamó a la directora de la escuela B, donde me habían asignado las otras 18 horas y dijo: "¿Tu me ayudarás a iniciar un proceso legal para dar de baja las clases del profesor Eder? El chico hasta me cae bien, fue mi alumno en el bachillerato, pero ya tengo muchos problemas en mi colegio y no quiero uno más". La directora de la escuela B respondió. "No, si quieres hazlo tu solo, yo le daré una oportunidad." Me enteré de esta historia en una reunión privada con la directora de la escuela B. Al final, el director de la escuela A no inició el proceso y así comencé mi carrera docente.

P2: ¿Es más difícil aprender a aprender con una discapacidad visual?

EP: Creo que la enseñanza y el aprendizaje están relacionados con el intercambio de una lengua. Es decir, la física, por ejemplo, puede entenderse como un triple lenguaje que se estructura según a) un idioma como portugués, español, inglés, lengua de señas, etc. b) matemáticas c) modelos conceptuales, por ejemplo, representaciones de modelos atómicos, de células, ondas electromagnéticas, etc. En otras palabras, la física es una expresión cultural que es producida y representada por el lenguaje humano y

la representación de ese lenguaje tiene lugar en un contexto culturalmente determinado o en un mundo social (no natural). Cabe señalar que el enseñar y el aprender física tienen un aspecto subjetivo de representación interna del lenguaje mencionado anteriormente y también un aspecto objetivo del mismo. Es decir, para que los estudiantes puedan desarrollar actividades cognitivas sobre conceptos y fenómenos físicos representados por el lenguaje, internos y externos, estas representaciones producidas en el mundo social y, por tanto, no arbitrarias, deben ser objetivas en el lenguaje o accesibles a los estudiantes. Las dificultades o viabilidades de aprender y enseñar física son condiciones ligadas a las características culturales de organización, estructuración y materialización del lenguaje representacional de la física y no a una característica directamente relacionada con no ver. Asimismo, la superación de las dificultades para la enseñanza y el aprendizaje de la física de los estudiantes con discapacidad sensorial (visual, auditiva, sordociega) está directamente relacionada estructuralmente con la construcción de un concepto pluri o multilingüe (lenguaje, matemáticas y modelo conceptual) representacionalmente accesible. Las representaciones internas (o procesos cognitivos) de los estudiantes con discapacidad sensorial surgirán como consecuencia del acceso al proceso comunicacional de este lenguaje.

P3: ¿Su experiencia ha marcado alguna diferencia en el Brasil?

EP: Me siento un poco incómodo de hablar de la experiencia de mi trabajo en el Brasil, porque aún falta mucho por hacer para mejorar la enseñanza de la física a estudiantes con discapacidad. Puedo decir que llevo trabajando mucho desde 1997 cuando inicié mi Maestría en la UNESP de Bauru, después hice el doctorado en la UNICAMP y con la orientación de estudiantes del grupo ENCINE - Enseñanza de las ciencias e inclusión escolar. Sé que antes de 1997 no había publicaciones sobre este tema en el campo de la enseñanza de la física

en el Brasil y después de eso comenzaron a hacerse muchas otras investigaciones. El Brasil tiene una legislación sobre educación inclusiva y especial que favoreció más investigaciones. Yo solo pretendo contribuir con mis investigaciones y conferencias. Soy un solo investigador.

P4: ¿Qué experiencias o recomendaciones tendría para que podamos crear espacios de estudios de la óptica y fotónica, que sean más incluyentes con personas con limitaciones visuales?

EP: En primer lugar, sería necesario tener una discusión entre alumnos y profesores con y sin discapacidad visual, dando ejemplos de que los fenómenos lumínicos representan una pequeña parte de algo más amplio, es decir, la radiación electromagnética. Es decir, planear actividades basadas en la historia de la ciencia que muestren hechos donde lo no observable visualmente está presente, destacando esto con mucha evidencia. Esto también se podría hacer en otras áreas como astronomía, termodinámica, etc. Después yo trabajaría con la idea de representaciones en física, es decir, en el campo de la óptica, por ejemplo, en realidad estamos tratando con representaciones y no con cosas directamente. En otras palabras, cuando en tu pregunta traes el término "fotónica" es necesario que todos comprendan plenamente que este objeto conceptual "el fotón" es una representación, un modelo y, de hecho, nunca se ha observado visual, ni auditivamente, ni con tacto, etc. lo que se observa de este objeto son sus representaciones, generalmente dibujos en libros, tablero o papel. Son estas representaciones las que no son observables por los ciegos. Y vuelvo al aspecto cultural del lenguaje, al problema que enfrenta el ciego de forma indirecta y no directa, es decir, el problema aquí es indirecto de no observar una representación, no arbitraria, no de no ver un objeto real que incluso puede que ni exista porque es un modelo conceptual. Otro aspecto se refiere a las actividades dialógicas. Esto se refleja en el método e implica la implantación o institucionalización en el aula en el intercambio de experiencias entre

estudiantes ciegos, videntes y con baja visión. No negaré que existe un conjunto de fenómenos ópticos que se revelan visualmente: reflexión, refracción, etc. Es necesario que los estudiantes videntes describan estos fenómenos para los ciegos, igual que es necesario que las representaciones táctiles-visuales de estos fenómenos estén presentes en los diálogos para que se pueda crear un canal de comunicación entre el ciego y el vidente, también es importante que el docente diseñe y utilice las maquetas táctiles al hacer las descripciones para los ciegos, todo esto es muy importante, pero el tema a superar es darle acceso al lenguaje al ciego, porque cuando el ciego tiene acceso al lenguaje puede abstraer todo este conocimiento de la óptica. Finalmente, es necesario superar la concepción de que es necesario ver para aprender física, cuando la historia de la ciencia nos muestra lo contrario. Si imponemos que los ciegos no pueden aprender óptica porque no pueden ver, estamos entrando en una contradicción histórica, porque hombres y mujeres han sobrepasado con creces la capacidad de conocimiento en relación a la dependencia del sentido de la vista.

P5: ¿Cómo perder el miedo como profesor, a tener un alumno con alguna discapacidad y poder llegar a ellos?

EP: Creo que la base del miedo radica en el desconocimiento o el conocimiento desde el sentido común sobre la discapacidad visual. Por otro lado, cuando una persona vidente, o un profesor vidente se encuentra con un estudiante ciego, es muy probable que esta persona no perciba al ciego, sino que se proyecte en él. Es decir, se mira a sí mismo como un estudiante ciego y desde esa perspectiva no evalúa al estudiante, sino que se evalúa a sí mismo en la condición de estudiante ciego. A partir de ahí, lo que piense, sienta, diga, no es del alumno, porque no lo conoce, sino de sí mismo, en la condición imaginaria o proyectada que hace de sí como ciego. Entonces se sentirá incapaz, infeliz, etc., todas las concepciones desde el sentido común sobre el ciego, que transportó sobre sí mismo, viendo al

estudiante. La superación de esta situación puede deberse a la formación inicial o continuada, estudiando las verdaderas potencialidades y limitaciones que tiene un ciego, una persona que en realidad es común, con capacidades y limitaciones apenas impuestas por el lenguaje cultural y la capacidad de apertura a la que esté dispuesto el docente en esa nueva relación que comienza. Es posible que con el tiempo exista una relación tan positiva que la ceguera sea un detalle entre las diferencias entre alumnos. También es posible que esta diferencia se note como tantas otras en la clase. Este es de hecho un aspecto de la formación cultural del docente que cambiará más o menos dependiendo de su base cultural.

P6: En cuanto a la construcción de materiales didácticos, sus compañeros, familia y profesores ¿Crearon herramientas para la interpretación de signos visuales en textos tradicionales? ¿Podría describirnos el más creativo de ellos?

EP: Me gustaría contarle sobre el Experimento Michelson-Morley. Yo ya enseñaba en la universidad y necesitaba leer un libro de física para estudiar el Experimento Michelson-Morley. Acababa de comprar algunos libros y pagué R \$ 500,00 reales. Entonces, para leerlos, pagué la misma cantidad para que alguien los escaneara. Finalmente, fui a estudiar el experimento que me interesaba mucho. Durante el pregrado, mis profesores nunca me enseñaron este experimento, no sé por qué. Cuando la computadora leía el texto, dijo algo como: "Observe lector el interferómetro en la figura al lado" resulta que los lectores de computadoras no describen imágenes. Ya he destacado el papel del lenguaje en la física y la importancia de los modelos conceptuales en la comunicación de significados, como es el caso de la representación del interferómetro en la explicación del Experimento Michelson-Morley. Brevemente, un haz de luz, paralelo al movimiento de traslación de la Tierra, se lanza hacia el interferómetro. Este, a su vez, divide el haz perpendicularmente en otros dos haces, uno que continúa en la dirección paralela a la

del movimiento de la Tierra y el otro perpendicular a dicho movimiento. Luego de dividirse en el interferómetro, ambos haces encuentran, a una distancia l del punto de división, los respectivos espejos planos que los reflejan en un ángulo de cero grados con la normal de los espejos. Los haces regresan al interferómetro y se miden y comparan los tiempos de ida y vuelta en las dos rutas. Cuando fui a preguntarle a alguien cómo estaba diseñado o representado el interferómetro, ella respondió: "Pero ¿No deberías saberlo"? Comprendí esa postura arrogante y no pedí más, entendí más, que debía hacer de esa dificultad de acceso a una representación que me daría acceso al aprendizaje, en algo más grande. Organicé un curso en el programa de Licenciatura en Física de la UNESP en Ilha Solteira y desafié a los estudiantes a construir representaciones de interferómetro 3D. También se les desafió a construir otras representaciones como la polarización de la luz, otra representación que me intrigaba, además de otras representaciones o modelos táctiles como la onda electromagnética, todos ellos inicialmente representados culturalmente en libros, tableros, etc. Los estudiantes construyeron estos modelos, discutimos todos estos experimentos históricos en la clase, me describieron estas representaciones con tacto, les expliqué una serie de conceptos, que también me explicaron cosas, ¡Fue algo maravilloso! Este curso se repite desde hace 14 años en la UNESP y se convirtió en un libro: CAMARGO, E.P. Inclusión y necesidades educativas especiales: comprensión de la identidad y la diferencia a través de la enseñanza de la física y la discapacidad visual. São Paulo, Editorial Livraria da Física, 2016.

El libro recibió financiación parcial de la Fundación de Investigaciones del Estado de São Paulo y se distribuyó a todas las direcciones de escuela de la secretaria de educación.

P7: Las facultades de educación tienen un gran reto social, político y ético, de hacer posible una educación para la inclusión. Las nuevas generaciones de profesores no pueden seguir al margen de este

compromiso. Gracias maestro por recordarnos este compromiso.

EP: La discusión y praxis de la inclusión social y la educación inclusiva pasa directamente por el "reto y compromiso social, político y ético". Tenemos el desafío histórico de construir un mundo que reconozca, valore e institucionalice la identidad y la diferencia como valores indisociables en las relaciones humanas. La sociedad ya no soportará retrocesos históricos en el sentido de la participación exclusiva, homogénea y hegemónica del varón adulto blanco sin discapacidad. Es necesario incluirlo en esta participación más amplia. Cabe señalar que algunos de estos representantes, luego de algunas décadas de escasos avances en la participación social de las minorías (mujeres, homosexuales, negros, indígenas, discapacitados, etc.) actúan con fuerza para deconstruir lo que se había ganado con tanto esfuerzo. El proceso educativo liberador es central en esta utopía, ya que todo es utopía, incluido el proyecto hegemónico deshumanizador que actúa incesantemente en el plano ideológico educativo. Sepamos que el futuro no existe en el sentido de que es un objeto humano a construir. El futuro, como el plan místico quiere que creamos y para el que funciona la ideología, no es algo dado. Es apenas, construido por hombres y mujeres que se levantan todos los días y actúan sobre lo concreto para realizarlo y rehacerlo. Por lo tanto, se hacen y se rehacen.

P8: ¿Qué significa el concepto de sonido en su vida y comunicación?

EP: Es incorrecto asumir que la audición es superior, en términos orgánicos/biológicos, para los ciegos o personas con baja visión. Esto es fruto del sentido común y también coloca a los videntes en una posición de inferioridad o incapacidad ante estímulos no visuales como el auditivo. La teoría de Vigotsky (1997) trabaja con los conceptos de funciones psicológicas superiores, que son estrictamente humanas y se desarrollan a partir del elemento histórico-cultural, es

decir, tomando una base biológica, como el cerebro y las sensaciones (visión, audición, tacto, etc), es la interiorización cultural del lenguaje la que dará sentido al mundo social, estrictamente humano y la que constituirá el mundo subjetivo de las representaciones internas, formado por un lenguaje, como se dijo, ahora interiorizado. Destaco dos funciones psicológicas superiores trabajadas por Vigotsky, la atención voluntaria y la memoria activa: el lenguaje también es una categoría perteneciente a las funciones psicológicas superiores. No es la audición biológica ni el tacto biológico lo que más se desarrolla en los ciegos (¡O en los videntes para el caso de la visión!), lo que pasa es que, al tender a superar el conflicto social generado por la divergencia entre el lenguaje mayoritariamente visual, la atención voluntaria y la memoria activa se centra en percepciones no visuales como las auditivas, táctiles, olfativas y gustativas. Pero esto depende de las actividades que sean relevantes en la cultura o para un problema relevante dado en la cultura. Por ejemplo, un psíquico bien puede concentrar su atención voluntaria en una percepción gustativa, por ejemplo, cuando disfruta de un hermoso plato de comida o su percepción olfativa en un perfume y, paralelamente, descuida todo esto durante el resto del día. Es importante señalar que culturalmente, se eligieron determinadas percepciones o sensaciones a través de las cuales la sociedad estructuró su lengua mayoritaria de comunicación. La discapacidad visual es el resultado de esta divergencia o disonancia entre la elección cultural e histórica de la estructuración de la lengua mayoritaria, la visual, y la capacidad perceptiva de los ciegos, auditiva, táctil, olfativa y gustativa. Le queda concentrarse, en términos de funciones psicológicas superiores, en percepciones o sensaciones no visuales. Por tanto, el fenómeno de súper-agudo auditivo o táctil es social y no biológico, es un esfuerzo psicológico-social del ciego por superar el conflicto social generado por la dificultad comunicativa del lenguaje hegemónico vidente. A esta superación, Vigotsky (1997) la denomina supercompensación, en el libro:

VIGOTSKY, L.S. Fundamentos de la defectología: El niño ciego. En: Problemas especiales de defectología. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, p. 74-87, 1997.

P9: ¿Considera que las limitaciones culturales y socioeconómicas existentes que tienen las personas sin discapacidad son un obstáculo para la articulación con las personas ciegas?

EP: Existe en términos de la internalización de lo que podríamos llamar el mundo subjetivo, que es el resultado de la apropiación histórica del lenguaje humano de la mayoría del mundo objetivo, la construcción ideológica del hombre y la mujer ciegos como frágiles, infelices, personas incapaces, etc. Esta construcción ideológica puede ser compartida por personas con muchas visiones culturales, sociales y económicas a través de la proyección que expliqué al comienzo. Es decir, es muy probable que el vidente, independientemente de su condición social o económica, se proyecte en el ciego cuando lo observa, es decir, cuando ve al ciego, en realidad se ve a sí mismo como ciego y concluye: soy frágil, incapaz e infeliz. La proyección puede deberse a la valoración acrítica del vidente de actividades que él, en la condición imaginaria de ciego, no sería capaz de realizar: no podría hacer deporte, aprender, tener citas, ser productivo, etc. Luego concluye cosas sobre el ciego, de las que él habla: es incapaz, infeliz, inútil. Pero la hipótesis que defiende es que no habla del ciego, sino de sí mismo. Este no sería un fenómeno de los psíquicos sobre los ciegos, sino la construcción de la percepción de la diferencia humana, que es una construcción de la percepción social. Es decir, se repetiría cuando el hombre habla de la mujer, cuando el heterosexual habla del homosexual etc. Así, el origen de este fenómeno podría estar en la construcción histórica y cultural sobre cómo percibimos la diferencia del otro o en la dificultad que tenemos con la diferencia, ya que en la construcción cultural homogeneizamos determinadas conductas en detrimento de otras. Defiende una construcción cultural basada en la unidad

dialéctica de la diferencia, porque todo el tiempo nos acercamos y nos distanciamos en torno a una serie de temas. Puedo agruparme contigo en, por ejemplo, una opinión política y ser fanático de un equipo de fútbol diferente. En el ámbito educativo, puedo aprender física con facilidad y pertenecer al grupo de personas que aprenden física junto a mi amiga María, pero al mismo tiempo no agruparme con ella, en cuanto a facilidad de aprendizaje, sobre historia. Nos acercamos y nos alejamos de forma dinámica, espacial y temporal con grupos de personas. Entre los ciegos y los videntes, por ejemplo, hay cuatro identidades: escuchar, tantear, oler y saborear, y una diferencia: ver y no ver. Pero esto históricamente se ha planteado según una lógica formal: por un lado ciegos, los que no pueden ver,

y videntes por el otro: los que ven. Lo que nos define como grupos sociales es esta unidad dialéctica de identidad/diferencia y no la lógica formal de la diferencia de identidad.

CAMARGO, E.P. La ceguera y la baja visión no son enfermedades ni defectos, al contrario, son cualidades positivas: superación de la hegemonía visionaria por una praxis docente inclusiva. EN: CRUZ, G.B.; FERNANDES, C.; FONTOURA, H.; MESQUITA, S. Didáctica(s) entre diálogos, insurgencias y política. - 1.ed. - Río de Janeiro / Petrópolis: Faperj; CNPq; Capas; Endipe / DP et Alii, 2020. Disponible en: <https://www.dropbox.com/s/blv55ckjttqu0g/book-e-book%20simp%C3%B3sios%20XX%20ENDI-PE%20Rio%202020.pdf?dl=0>





DISEÑO DE ACTIVIDADES PARA UNA DIDÁCTICA DE LA ASTRONOMÍA VIVENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

DESIGN OF ACTIVITIES FOR A DIDACTIC OF ASTRONOMY VIVENTIALLY SIGNIFICANT

PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES PARA UMA DIDÁTICA DA ASTRONOMIA VIVENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Nestor Camino*

Cómo citar este artículo: Camino, N. (2021). Diseño de actividades para una didáctica de la astronomía vivencialmente significativa. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 15-37. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16609>

Resumen

La Didáctica de la Astronomía es una especialidad aún joven, a pesar de unos cuarenta años de desarrollo en el mundo y poco menos en Latinoamérica. Aunque consolidada, tiene todavía mucha potencialidad por desarrollar para profundizar y mejorar las acciones que hemos ido concretado hasta el presente. Podríamos indicar dos grandes inconvenientes para que tal potencialidad se manifieste en las aulas con experiencias creativas y de calidad. El primero, quizás el más importante y urgente a resolver, es la falta de jóvenes educadores e investigadores formados en esta especialidad, aquello de la “masa crítica” necesaria para que una comunidad científica funcione adecuadamente. El segundo inconveniente, vinculado sin dudas al primero, es la falta de una “memoria didáctica”: un corpus de experiencias, materiales, recursos, reales y probados, disponibles libremente para quienes quieran acceder a ellos, para replicarlos y transformarlos. Presentamos algunas reflexiones y propuestas concretas sobre el segundo de los inconvenientes antes citados, en especial con el fin de mostrar una manera posible, valiosa según nuestra experiencia, para el desarrollo de acciones didácticas novedosas. Para el diseño de las mismas se han tomado en cuenta los conceptos de espacio y tiempo y su vinculación con los aspectos observacionales de la Didáctica de la Astronomía, los fundamentos epistemológicos como el mecanismo lógico hipotético-deductivo en la actividad experimental, la capacidad de tomar decisiones creativas en el proceso de

Recibido: 03 de julio de 2020; aprobado: 04 de septiembre de 2020

* Licenciado en Astronomía y doctor en Ciencias de la Educación. Es director del Complejo Plaza del Cielo y miembro del Conicet. Profesor de Fisicomatemática de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Argentina. Su especialidad es la Didáctica de la Astronomía. E-mail: nestor.camino.esquel@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1091-5741>

contrastación entre el modelo y la realidad bajo estudio, y la dimensión vivencial de las acciones didácticas vinculadas al cielo. Las propuestas concretas son dos: deducir la posición del Sol en el cielo a partir de una fotografía de la sombra de nubes tomada desde un avión, y deducir la fase de la Luna a partir de una fotografía de una luminaria esférica blanca. Las propuestas presentadas han sido probadas en aulas reales durante años.

Palabras clave: Astronomía. Didáctica. Observación. Experimentación. Epistemología. Sol. Luna

Abstract

Didactic of Astronomy is still a young specialty, despite some forty years of development in the world and little less in Latin America. Although consolidated, it still has a lot of potentials to be developed to deepen and improve the actions that we have carried out up to the present. We could indicate two major drawbacks for such potentiality to manifest itself in classrooms with creative and quality experiences. The first, perhaps the most important and urgent to solve, is the lack of young educators and researchers trained in this specialty, that of the "critical mass" necessary for a scientific community to function properly. The second drawback, linked without a doubt to the first, is the lack of a "didactic memory": a corpus of experiences, materials, resources, real and proven, freely available to those who want to access them, to replicate and transform them. We present some specific reflections and proposals on the second of the aforementioned drawbacks, especially to show a possible way, valuable in our experience, for the development of novel didactic actions. For their design, we consider concepts of space and time and their link with the observational aspects of the Didactics of Astronomy, the epistemological foundations such as the hypothetical-deductive logical mechanism in the experimental activity, the ability to make creative decisions in the process of contrast between the model and the reality under study, and the experiential dimension of the didactic actions linked to the sky. The concrete proposals are twofold: deduce the position of the Sun in the sky from a photograph of the cloud shadow taken from an airplane, and deduce the phase of the Moon from a photograph of a white spherical luminary. The submitted proposals have been tested in real classrooms for years.

Keywords: Astronomy. Didactics. Observation. Experimentation. Epistemology. Sun. Moon.

Resumo

A Didática da Astronomia ainda é uma especialidade jovem, apesar dos quarenta anos de desenvolvimento no mundo e pouco menos na América Latina. Embora consolidado, ainda tem muito potencial a ser desenvolvido para aprofundar e aprimorar as ações que realizamos até o presente. Poderíamos indicar duas desvantagens principais para

que essa potencialidade se manifeste em salas de aula com experiências criativas e de qualidade. O primeiro, talvez o mais importante e urgente de resolver, é a falta de jovens educadores e pesquisadores treinados nessa especialidade, a da "massa crítica" necessária para que uma comunidade científica funcione adequadamente. A segunda desvantagem, ligada sem dúvida à primeira, é a falta de uma "memória didática": um corpus de experiências, materiais, recursos reais e comprovados, disponíveis gratuitamente para quem deseja acessá-los, replicá-los e transformá-los. Apresentamos algumas reflexões e propostas específicas sobre o segundo dos inconvenientes mencionados, especialmente para mostrar um caminho possível, valioso em nossa experiência, para o desenvolvimento de novas ações didáticas. Para o desenho do mesmo, os conceitos de espaço e tempo foram levados em consideração e sua ligação com os aspectos observacionais da Didática da Astronomia, os fundamentos epistemológicos, como o mecanismo lógico hipotético-dedutivo na atividade experimental, a capacidade de levar decisões criativas no processo de contraste entre o modelo e a realidade em estudo e a dimensão experiencial das ações didáticas ligadas ao céu. Existem duas propostas específicas: deduzir a posição do Sol no céu a partir de uma fotografia da sombra das nuvens tirada de um avião e deduzir a fase da Lua a partir de uma fotografia de uma luz esférica branca. As propostas apresentadas foram testadas em salas de aula reais há anos se considera un espacio ideal para la discusión y el aprendizaje de la ciencia y sus aspectos epistemológicos, en la perspectiva de que estos futuros maestros propagan este aprendizaje a sus estudiantes.

Palabras-chave: Astronomia. Didáctica. Observação. Experimentação. Epistemologia. Sol. Lua..

1. Introducción

La Didáctica de la Astronomía es una especialidad aún joven, a pesar de unos cuarenta años de desarrollo en el mundo y poco menos en Latinoamérica. Aunque consolidada, tiene todavía mucha potencialidad por desarrollar para profundizar y mejorar las acciones que hemos ido concretado hasta el presente.

Podríamos indicar dos grandes inconvenientes para que tal potencialidad se manifieste en las aulas con experiencias creativas y de calidad. El primero, quizás el más importante y urgente a resolver, es la falta de jóvenes educadores e investigadores formados en esta especialidad, aquello de la "masa crítica" necesaria para que una comunidad científica funcione adecuadamente. El segundo inconveniente, vinculado sin dudas al primero, es la falta de una "memoria didáctica": un corpus de experiencias, materiales, recursos, reales y probados, disponibles libremente para quienes quieran acceder a ellos, para replicarlos y transformarlos.

A nosotros, especialistas en Didáctica de la

Astronomía, nos interesa evolucionar, crecer y mejorar, a través de discusiones con otros colegas y aprendices, lo que no siempre es posible por aquel primer inconveniente. Pero más que sobre la teorización de los elementos que conforman esta disciplina nos es esencial la discusión a partir de lo concreto, de lo ya vivido, de lo real que sucede o sucedió en el aula, con el fin de intentar mejorar lo que sucederá allí mismo, siempre con fundamentos, pero no a la inversa: fundamentar desde nuestra posición de privilegio, como teóricos, para que otros vayan a las aulas, no es lo que nos mueve a continuar investigando.

Presentaremos entonces en este trabajo una serie de reflexiones y comentarios a partir de dos actividades didácticas concretas, ya muy probadas en las aulas, aunque siempre posibles de ser mejoradas a partir de nuevas implementaciones con distintas poblaciones, y a partir de los intereses y búsquedas de los colegas que las lleven a las aulas reales.

Establecer a posteriori un diálogo, deseado y necesario, entre quienes nos dedicamos a la Didáctica de la Astronomía, será lo que en definitiva nos permita

crecer como comunidad científica latinoamericana en nuestro campo específico de especialización y dar solución a los antes citados inconvenientes; el presente trabajo quiere ser un aporte a tal fin.

1. Didáctica de la Astronomía: el desafío de una didáctica específica nueva

Ya podemos asumir, sin dudas, que la Didáctica de la Astronomía es una disciplina científica con identidad epistemológica definida, parte importante de la Didáctica de las Ciencias Naturales, en íntima relación con la Didáctica de la Física, con las cuales tiene una raíz común, pero con características que la hacen distinta, tal como se viene fundamentando en distintos trabajos, desde hace ya muchos años (Furió et alii, 1992; Adúriz-Bravo et al, 2002; Castiblanco et al, 2009; Castiblanco et al, 2018; Camino, 2012). Valga esta oportunidad para llamar la atención nuevamente sobre la necesidad de continuar produciendo trabajos de investigación tendientes a fundamentar aún mejor tal identidad. Nos gusta pensar que una didáctica específica tiene en su constitución más profunda diversos desafíos, siempre presentes, siempre cambiantes. El respeto por las vinculaciones con aquellas otras disciplinas científicas de las cuales proviene, Astronomía y Educación en nuestro caso, y de las cuales se nutre a pesar de su identidad diferencial. La necesaria y constante creación de acciones específicamente diseñadas para nuevos tiempos, diferentes estudiantes, contextos socioculturales dinámicos, intereses variados, categorías teóricas recién surgidas y recursos modernos. La validación hacia dentro de la comunidad científica y educativa, que les son propias, de las propuestas innovadoras que se van generando, fruto de la investigación y de la práctica. La construcción de espacios académicos institucionales que respeten, reconozcan y apoyen la actividad. El sostenimiento de la práctica en aula como condición necesaria para la existencia de tal didáctica específica, pero sin poner en riesgo la permanente construcción de conocimiento científico. La búsqueda de la significatividad de los aprendizajes, en un contexto de

novedad permanente como lo es el quehacer en una didáctica específica conformada recientemente. Y como ya lo indicamos en el apartado anterior, la formación de jóvenes profesionales que le den cuerpo estable como verdadera comunidad científica. Podríamos seguir indicando muchos otros desafíos, sin dudas. Las acciones que desarrollemos deberían de alguna manera ir dando respuesta a tales desafíos, en forma consciente, intencional y sistemática, aunque ya no únicamente como individuos, lo que sería una tarea ciclópea, sino pensándonos en el contexto de aquella comunidad científica a la que nos referimos antes.

3. Focos de interés para la Didáctica específica de la Astronomía

¿Cuáles serían los puntos más importantes, indispensables, para el diseño de acciones didácticas específicas para una “adecuada” enseñanza de la Astronomía? ¿Qué condiciones, teóricas, metodológicas, epistemológicas, vivenciales, deberían satisfacerse para considerar que estamos ofreciendo a los estudiantes propuestas didácticas satisfactorias desde esta concepción pedagógica científica? Desarrollaremos a continuación algunas de estas condiciones, las que sabemos que no son únicas, pero que son las que a nosotros nos importan particularmente, y por esa razón estamos convencidos de que no deberían estar ausentes en el diseño de acciones para una Didáctica de la Astronomía significativa.

3.1 Espacio y Tiempo y la vinculación con el mundo natural cotidiano

Se podría decir que es evidente que los conceptos de Espacio y Tiempo son fundamentales para la Astronomía, pero no parecieran serlo tanto para la Didáctica de la Astronomía, a juzgar por los trabajos de investigación y propuestas didácticas realizadas en las últimas décadas, pocos e insuficientes sobre estos temas, desde nuestra opinión.

Consideramos que fortalecer la conceptualización del espacio y el tiempo, no sólo desde lo físico y astronómico, sino y quizás principalmente desde lo vivencial, es una de las líneas de desarrollo más importantes de la Didáctica de la Astronomía.

Nos hemos acostumbrado a una enseñanza formal basada en dibujos y esquemas planos que representan pobremente la complejidad del espacio físico, y a tiempos que definitivamente no son los propios de los procesos y fenómenos naturales estudiados por la Astronomía y transpuestos a las aulas en la actividad educativa.

El cielo y su diversidad física, y lo que genera en las personas y en las culturas, se da en un espacio tridimensional, de gran escala (Lanciano, 1996), en tiempos extensos, y ritmos continuos y suaves, lo que no se da en general en las aulas formales, donde casi todo es plano y breve, en especial en lo que respecta a la Astronomía y su didáctica, y generalizable al resto de la enseñanza de las ciencias. Nuestra concepción es que debemos diseñar actividades que involucren observación, registro y sistematización de los datos, en un contexto real, sintiendo la relación corporal con el espacio tridimensional y el tiempo (no los conceptos surgidos de modelos newtonianos sino los que se sienten, sobre los que luego a través de los siglos se construyeron tales modelos), estando verdaderamente en la noche y el día, experimentando la miríada de efectos que podemos vivir (colores, frío, ansiedad, ruidos, extensión, pensamientos, miedos, y muchos más), lo que no sólo nos conmueve, sino que nos une de alguna manera con los compañeros que tengamos en esta tarea y con aquellos otros, a través de la Historia, quienes también vivenciaron el cielo quizás de modo similar o de maneras muy distintas, pero que hoy sólo los imaginamos cuando estudiamos su vida y obra en algún libro (Camino et al, 2014; Alves de Alcântara, 2006).

En nuestra propuesta sobre Didáctica de la Astronomía hemos trabajado desde siempre con la concepción de que Espacio y Tiempo son entes físicos, tomando como referencia el modelo newtoniano

clásico, independientes pero inseparables: es decir, el Espacio-Tiempo absoluto de Newton no implica que ambos conceptos puedan separarse, muy por el contrario, ambos juntos son el modelo y es esa idea la que nos permite imaginar el universo en el que vivimos, que estudiamos y enseñamos, por lo cual deben estar en la acción didáctica. (Camino, 1998, 1999).

Así, las actividades que diseñamos para la Didáctica de la Astronomía deben explicitar siempre, a nuestro entender, y en forma indisolublemente unida las características que cada proceso, fenómeno u objeto manifiestan en la dimensión espacial y en la dimensión temporal. Más aún, toda decisión (de recorte, didáctica, de focalización u otras) que tomemos en la dimensión espacial, tiene su contraparte en la dimensión temporal, y viceversa. Siempre unidas, jamás separadas, aunque independientes desde su ontología. Todo fenómeno puede ser leído, entonces, en ambas dimensiones, espacial y temporal, con características diferenciales. La Figura 1 es un esquema que da contexto general a lo expuesto para nuestra concepción sobre la Didáctica de la Astronomía, en particular la que desarrollamos “a ojo desnudo”.

3.2. Las raíces epistemológicas de una actividad experimental

La observación sistemática y crítica, la generación de preguntas, el registro y transformación de los datos, su análisis y la contrastación de hipótesis y conclusiones provisorias que se van construyendo, partes de un proceso dinámico y diverso, deben estar acompañadas de la concientización de que estamos transitando etapas de algún modo similares a las que llevaron a través de la Historia, y aún en nuestro presente moderno, a la construcción del conocimiento científico que hoy trabajamos en la didáctica puesta en juego en las aulas.

Es nuestra convicción que la Didáctica de la Astronomía debiera tener una parte importante de observación y experimentación (con la acepción que este concepto deba tener para diferenciarse de lo que significa en el contexto de la Didáctica de la

Física, o de las Ciencias Naturales en general). Asimismo, estamos profundamente convencidos que parte importante de lo que hace a nuestro trabajo en las aulas es cómo aprender a preguntar y, luego, cómo aprender a elaborar hipótesis de trabajo.

Para profundizar en los fundamentos epistemológicos de la Astronomía, un campo aún en desarrollo, necesario para comprender su inserción en la Didáctica de la Astronomía, recomendamos los trabajos de Anderl, 2015; Dick, 2013, 2020; Ellis, 2006; Lahiri, 2020.

Saber preguntar es la base de la construcción del conocimiento científico, es una condición indispensable, y anterior a saber elaborar hipótesis. Las preguntas deben ser elaboradas de modo tal que nos orienten a cómo continuar trabajando, buscando, aprendiendo, para recién después arriesgarnos a elaborar hipótesis y diseñar formas de contrastarlas con la realidad bajo estudio. No existe construcción de conocimiento sin curiosidad, sin preguntas, sin mirar a nuestro alrededor con ganas de ir más allá, con la posibilidad de generar explicaciones y

proyecciones que sabemos pueden ser provisorias (Freire, 2003; Flick, 2002, Novak et al, 1998).

Debemos además reconocer que hacer preguntas, elaborar hipótesis y contrastarlas requiere al menos de dos pre-requisitos fundamentales: conocer muy bien el mundo natural bajo estudio y razonar lógicamente, lo que puede lograrse a través de la observación sistemática intencional del cielo, en el caso de la Didáctica de la Astronomía, y de la práctica del razonamiento hipotético deductivo (Figura 1), en un contexto grupal de discusión abierta y respetuosa. Ninguna de las dos actividades es sencilla, y ambas requieren de tiempo, paciencia, constancia y mucha tolerancia, características éstas que también hacen al trabajo científico, desde siempre.

3.3. La toma de decisiones y los rangos de validez de las conclusiones

Es también nuestra convicción que no existe didáctica específica sin un ejercicio permanente en la toma de decisiones: no sólo debemos decidir qué recorte

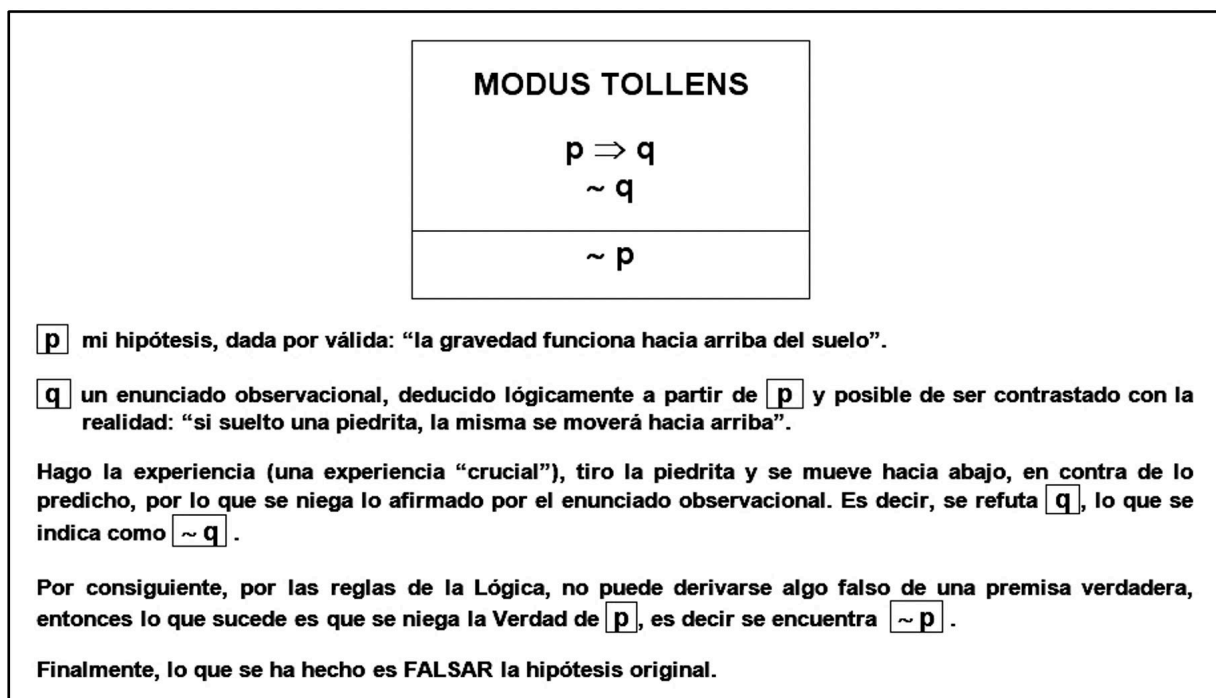


Figura 1. Razonamiento lógico básico hipotético deductivo.

Fuente: Autor.

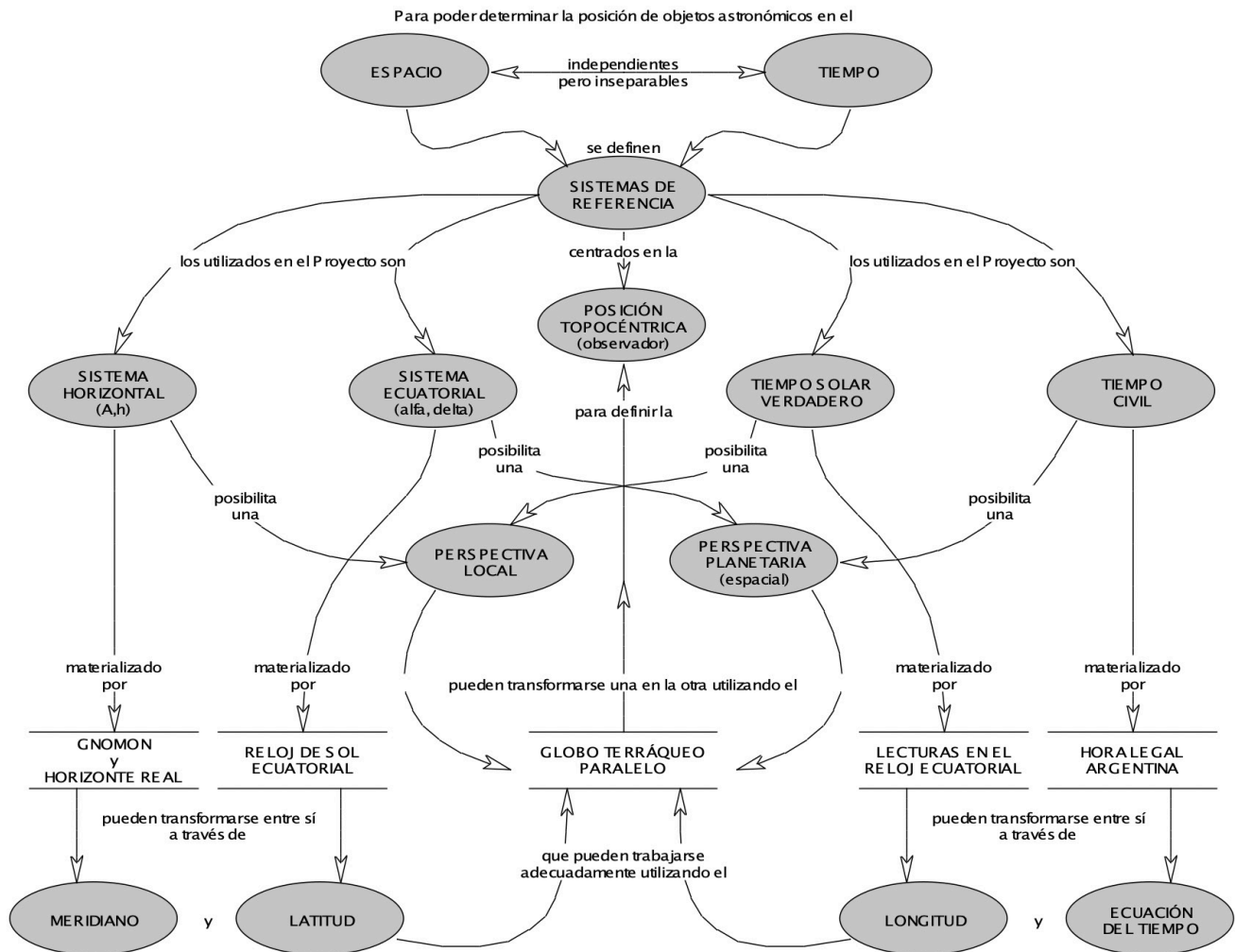


Figura 2. Esquema de síntesis de la relación Espacio-Tiempo en el contexto de la Didáctica de la Astronomía.

Fuente: Autor

de contenidos conceptuales realizar en cada caso, sino también qué formalismo matemático utilizaremos, cuál es el rango de incerteza experimental que aceptaremos, cuáles son las aproximaciones y simplificaciones conceptuales y metodológicas que haremos, hasta dónde profundizaremos la discusión acorde con las posibilidades e intereses de nuestros estudiantes, entre muchas otras decisiones surgidas en general del grupo de trabajo conformado por los docentes y estudiantes.

Las decisiones que tomemos, entonces, condicionarán a posteriori el tenor de las respuestas que

construyamos en cada caso, y darán un rango de validez a las conclusiones que elaboremos.

Es decir, sin perder relevancia ni rigurosidad, debemos ser conscientes de que todo proceso didáctico (y científico en general, es importante recordar) es válido en el marco de las asunciones y decisiones que se tomen, en un cierto contexto histórico y social (la comunidad científica en general, o un grupo de estudiantes en un aula particular). No hay procesos de construcción de conocimiento ni validaciones realizadas en absoluto ni para siempre.

3.4. Actividades vivencialmente significativas

En una época en que la concepción constructivista del aprendizaje es la visión dominante, al menos en el campo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, ha tenido fuerte desarrollo además la mirada ausubeliana de tal proceso, lo que ha dado en llamarse “aprendizaje significativo” (Ausubel et alii, 1983). David Ausubel propuso hace tiempo una serie de condiciones para la construcción de aprendizajes significativos, en síntesis: los materiales a utilizar debían ser lógicamente significativos (su estructura lógica interna), ser potencialmente significativos para el aprendiz (cierta sintonía entre los materiales y la psicología de quien aprende), y además debía contarse con la disposición de quien aprende (algo de enorme trascendencia, a pesar de la relativamente escasa atención que se le da).

En nuestro caso, buscamos que tales condiciones para el aprendizaje significativo estén satisfechas al diseñar y luego llevar a la práctica acciones concretas en la Didáctica de la Astronomía. Sin embargo, nos permitimos agregar una condición más, que se suma a las anteriores y estaría temporalmente a posteriori de las mismas: la actividad didáctica

propuesta debe ser “vivencialmente significativa” (Camino et al, 2017).

Consideramos (a partir de nuestra experiencia, vale decir) que los resultados en cuanto a la construcción de aprendizajes significativos en el campo de la Didáctica de la Astronomía son “mejores”, más profundos, más estables, a nuestro entender “más significativos”, cuando el aprendiz se involucra vivencialmente en los fenómenos y situaciones bajo estudio, observando, sintiendo, viviéndolo como propio, identificándose con el proceso. Cabe destacar que esta nueva condición refleja nuestra propia mirada sobre el quehacer didáctico, ya que nuestra especialidad es el trabajo a ojo desnudo, por lo que no deben interpretarse estos fundamentos como crítica o desvalorización de otras formas de enseñar Astronomía.

3.5 La creatividad de quien diseña una actividad didáctica

Estamos asimismo convencidos de que para diseñar actividades para la Didáctica de la Astronomía debemos ser creativos, no sólo en lo que respecta al planteo de la actividad en sí misma, sino sobre qué aspectos de la realidad haremos preguntas.

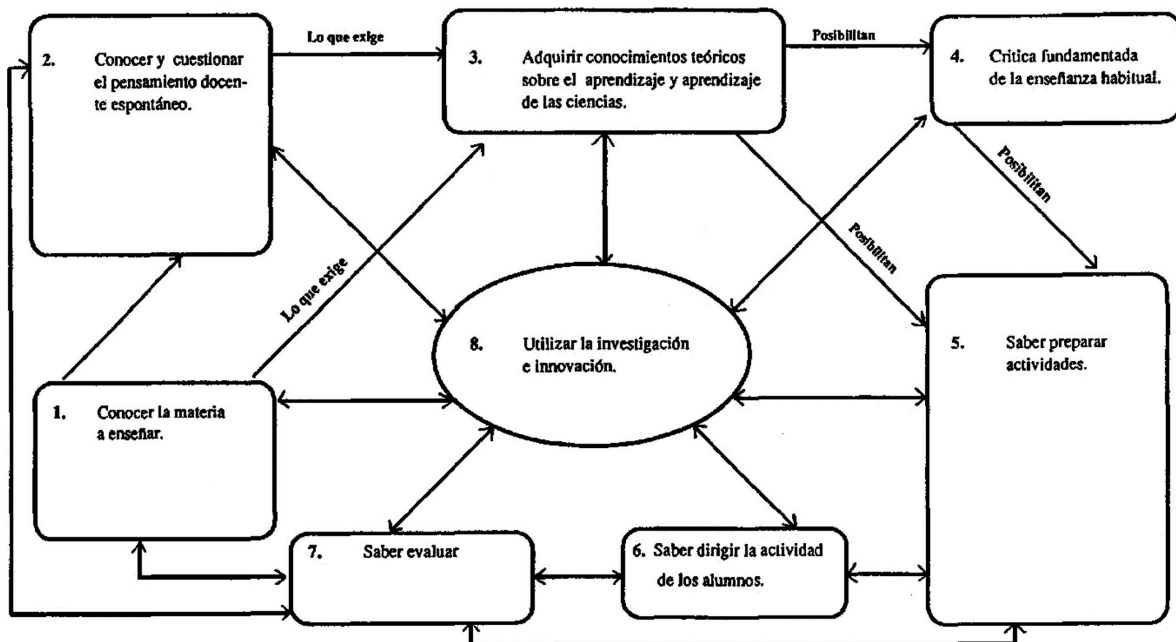


Figura 3. Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias.

Fuente: Gil Pérez, 1991

Consideramos que podemos y debemos preguntar sobre todo: sobre los fenómenos del cielo tanto como sobre lo cotidiano que nos rodea, podemos generar didáctica específica; de un eclipse, de las sombras de los objetos de nuestro entorno, del color de las estrellas, de la forma de las galaxias. No hay “recetas” ni temas más importantes que otros, eso depende de nosotros, del grupo de trabajo, del contexto institucional, de la oportunidad didáctica. La creatividad es también uno de los campos en que los docentes e investigadores en Didáctica de la Astronomía debemos formarnos, creemos que nadie “nace creativo”. Sin embargo, es una parte muy importante del diseño de actividades generar miradas distintas sobre conceptos y fenómenos que quizás sean clásicos, habituales en la enseñanza formal, cotidianos o “trillados”. Si no fuera así, estaríamos condenados a que la enseñanza de las fases de la Luna fuera un tema aburrido, sin nuevas preguntas ni motivación alguna para los más jóvenes.

Hace ya muchos años, casi treinta años, Daniel Gil Pérez (1991) discutía qué saberes deberíamos tener los profesores de ciencias (Figura 3). Tal discusión tiene aún plena vigencia (lo que debería llamarnos a reflexión, especialmente a quienes trabajamos en formación docente y en didácticas específicas). Gil Pérez indicaba como muy importante revalorizar la cualidad creativa de la función docente.

En acuerdo con el citado Autor, consideramos que asimismo en el diseño de actividades para una Didáctica de la Astronomía significativa la creatividad es un valor fundamental, apoyada esta característica en el conocimiento profundo de la disciplina y de los resultados y productos de la investigación en el campo específico.

4. Dos actividades “ejemplares” (en el sentido kuhniano)

Presentamos a continuación dos actividades diseñadas específicamente a partir de las consideraciones desarrolladas en los apartados anteriores.

Podemos considerar a las mismas como actividades “ejemplares”, en el sentido que lo expresa Thomas Kuhn (1992, Posdata, pp. 286-287):

“...las concretas soluciones de problemas que los estudiantes encuentran desde el principio de su educación científica, sea en los laboratorios, en los exámenes, o al final de los capítulos de los textos de ciencia. Sin embargo, a estos ejemplos compartidos deben añadirse al menos algunas de las soluciones de problemas técnicos que hay en la bibliografía periódica que los hombres de ciencia encuentran durante su carrera de investigación post-estudiantil, y que también les enseñan, mediante el ejemplo, cómo deben realizar su tarea. Más que otras clases de componentes de la matriz disciplinaria, las diferencias entre conjuntos de ejemplares dan a la comunidad una finísima estructura de la ciencia”.

Los dos ejemplos que presentamos muestran de qué manera podemos diseñar actividades didácticas que satisfagan todos aquellos componentes antes desarrollados, tanto en sus aspectos conceptuales propios de la Astronomía, como del tipo de razonamiento puesto en juego en su resolución, y también del tipo de discusiones compartidas que fomentamos se den al trabajar sobre tales actividades, explicitando las decisiones que vamos tomando en cada caso. Es decir, a través del trabajo que proponemos con estas actividades, se pone en evidencia qué elementos tiene y cómo funciona en la realidad nuestra visión sobre la Didáctica de la Astronomía (nuestro “paradigma”, en el sentido kuhniano).

Ambas actividades han sido implementadas principalmente en talleres de formación docente continua y de formación docente inicial, tanto para maestros de nivel primario como para profesores de nivel secundario de distintas especialidades. Fueron utilizadas además en otras oportunidades en charlas abiertas al público, con estudiantes de nivel secundario y con colegas de nuestra especialidad (astrónomos, investigadores en Enseñanza de la Astronomía, estudiantes de postgrado).

Las intervenciones fueron en formato taller, como se indicó, y las actividades fueron diseñadas específicamente para generar un proceso de discusión fundamentada entre pares, en pequeños grupos inicialmente y luego en plenario, con la orientación

del Autor, quien permanentemente dialogaba con los participantes, aclaraba dudas, coordinaba la discusión, entre otras funciones naturales de esta modalidad de trabajo. Los aprendizajes construidos al implementar estas actividades no fueron evaluados a posteriori, porque los talleres implementados implicaban una única posibilidad de contacto con los participantes (en distintas ciudades y países, como instancias de capacitación breves, aunque intensas en el tiempo, entre otros factores); así, no hubo evaluación post-implementación, pasado un cierto tiempo, más allá de los contactos casuales con algunos de los participantes.

Es importante llamar la atención sobre que los participantes se incorporaron al taller en forma voluntaria, como parte de acciones de formación o capacitación, y que en general ya habían tenido al menos algún acercamiento a los elementos básicos de la Astronomía (coordenadas horizontales, fenómenos cotidianos, entre otros), o bien habían tenido en su formación alguna reflexión sobre la enseñanza de las ciencias y de la Astronomía. En los casos en que estos acercamientos no fueran suficientes, el trabajo entre pares y el acompañamiento del coordinador hacían posible el desarrollo del

taller, integrando miradas diversas que en definitiva enriquecían el trabajo compartido.

Al iniciar el trabajo de aula, la dinámica de participación es muy intensa, y en general, luego de pasado un primer momento de incertidumbre y “extrañeza” ante el tenor de la actividad, cuando finalmente se avanza en la resolución de las actividades propuestas, se nota con mucha claridad que el trabajo colaborativo, la discusión en grupo y la puesta a prueba de diversidad de hipótesis van haciendo que los participantes comprendan de qué se trata lo que se les propone y finalmente lleguen con mucha satisfacción a conclusiones que al principio ni imaginaban que podrían elaborarse.

Se presentan a continuación ambas actividades, en cada caso con el análisis de las principales dificultades, errores y avances realizados por los participantes a lo largo de los muchos talleres realizados, mostrándose un posible camino de resolución de cada actividad (propio del Autor, no único) y finalmente se da una breve discusión crítica de las dificultades y de los principales puntos de valor que a nuestro criterio tienen las mismas.

Los invitamos, por supuesto, a llevarlas a la práctica y a transformarlas según sus propios criterios, ya



Foto 1. Una farola esférica de alumbrado público, iluminada por el Sol.

Fuente: Autor.

que de eso se trata el quehacer compartido de la didáctica específica en general, y de la Didáctica de la Astronomía en especial.

4.1. Actividad “Sobre el estado de iluminación de una esfera lisa y de la Luna”

En la Foto 1 se muestra una luminaria muy común en el servicio de alumbrado público, con forma de esfera blanca, al estar iluminada por el Sol. ¿En qué fase debería estar la Luna si nuestro satélite estuviera en el cielo en el mismo instante en que fue tomada la foto de la luminaria? ¿A qué hora fue tomada esta foto?

Estimación de la altura angular del Sol

Como todo cuerpo con forma esférica (asumida perfecta a los fines de esta actividad), la esfera lisa de la luminaria (lisa no significa blanca, sino que no tiene ninguna marca, referencia, orientación u otra, de ningún tipo, Camino et al., 2020) de la luminaria, al estar en el mega espacio cercano al Sol, tiene una mitad iluminada y una mitad no iluminada (lo mismo ocurre con la Luna, con la Tierra, con un planeta): la línea de separación entre ambas mitades es lo que se denomina “terminador”. Esta línea es un círculo máximo, definido por la intersección del plano de iluminación proveniente del Sol (asumido como frente de onda plano, dada relación entre la distancia Tierra-Sol y el entorno espacial en el que se desarrolla esta experiencia) y la superficie esférica

de la luminaria.

Es justamente esta línea en el espacio la que nos permitirá estimar la dirección hacia el Sol, y consecuentemente su altura angular sobre el horizonte (astronómico) del lugar: la perpendicular al plano que contiene al terminador da la dirección hacia el Sol y, prolongada hasta su intersección con el suelo, da la altura angular buscada.

En la Figura 4 se representa la situación descrita, obteniéndose así una altura angular de aproximadamente 8° para el Sol en el instante en que se tomó la foto.

Primera discusión sobre la fase de la Luna en el instante de la foto

La actividad requiere de concluir cuál sería la fase de la Luna, si la misma estuviera en el cielo en el mismo instante en que la farola presenta el estado de iluminación que se registró en la foto.

En la mayoría de los talleres en que hemos utilizado esta actividad la interpretación inmediata que hacen los participantes es que la Luna tiene la misma fase que vemos en la farola, es decir: un cuarto, cualquiera ya fuera menguante o creciente, lo cual no es correcto.

Es decir, se asume que la farola se ve bajo una cierta “fase”, y se asigna la misma fase a la Luna, sin discutir las múltiples posiciones de nuestro satélite en el cielo, diferentes de la posición de la farola con respecto al observador (el fotógrafo).

La actividad no afirma, ni sugiere siquiera, que

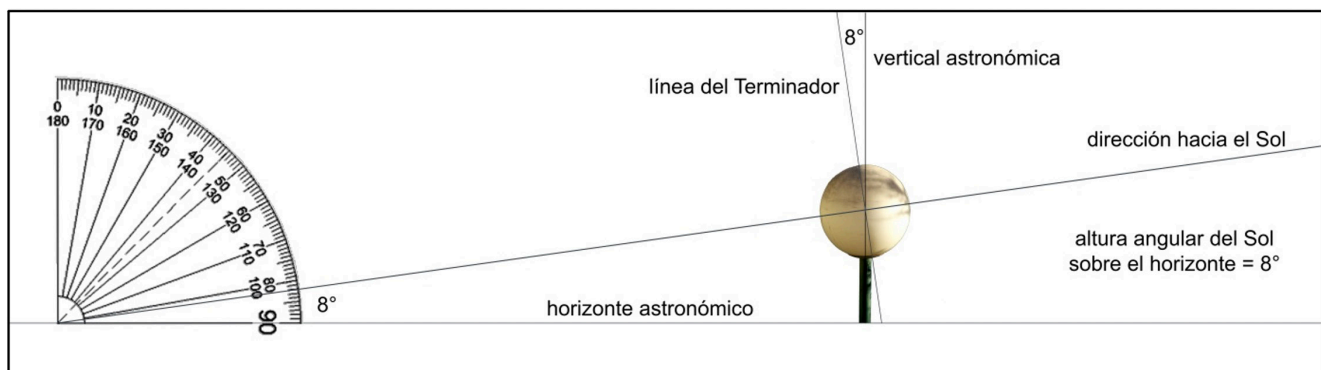


Figura 4. Estimación de la altura angular del Sol a partir del estado de iluminación de la esfera lisa.

Fuente: Autor.

ambas fases (la de la farola en la foto y la de la Luna en el cielo local) sean iguales: no se indica en ninguna parte que la Luna, si estuviera presente en el cielo, debería verse tal como aparece la farola para el observador que tomó la fotografía.

Es decir: la Luna debería estar en el cielo, en cualquier lugar, en cualquier fase, la pregunta es si a partir de la foto podríamos estimar en qué posición y en qué fase. Vale decir que no hay una única respuesta a esta pregunta, tendremos que construir la respuesta que más nos satisfaga a partir de los fundamentos y elecciones (espacio-temporales, en principio) que decidamos tomar.

Sin embargo, del análisis de la Figura 4 sí se podría concluir algo “absoluto” (en el sentido de “común para todos los participantes y discusiones posibles”): si la fase de la Luna fuera Llena, debería estar diametralmente opuesta al Sol, con una altura angular de -8° , y por consiguiente no estaría en el cielo visible por encima del horizonte, cual es la condición impuesta por la consigna de la actividad. Por esto, podemos afirmar que, en el instante de la foto, la Luna no está en la fase Llena. Hemos “eliminado”

una fase lunar del conjunto de posibles soluciones.

Vinculación Tiempo-Espacio: ¿a qué hora habrá sido tomada la foto?

Dada la altura angular del Sol, 8° , tal como se concluyó del primer análisis, pareciera ser claro que la foto debiera haber sido tomada cerca de la salida del Sol o bien cerca de su puesta. Vale entonces aclarar que para hacer tal afirmación debemos asumir cierta latitud geográfica del lugar de observación: en nuestro caso, la foto fue tomada en la ciudad de San Juan, Argentina, a unos 31° Sur.

La actividad puede desarrollarse de todos modos (en otras regiones de Latinoamérica, por ejemplo), aunque las consideraciones pueden variar según fuera la latitud asumida por el grupo de participantes, ya que tal información no se da como dato. Esta aclaración acota el rango de posibles soluciones, ya que, si la foto hubiera sido tomada en latitudes muy altas, podría ser que la Luna tuviera esa altura angular (8°) y que el momento del día no fuera cercano a la salida o puesta del Sol.



Foto 2. La foto fue tomada el 16 de octubre de 2013, en la ciudad de San Juan, durante la realización de la 13ª Reunión Nacional de Educación en la Física (REF XIII), por la tardecita, a poco de su salida, y a dos días aproximadamente de entrar en la fase Llena.

Fuente: Autor.

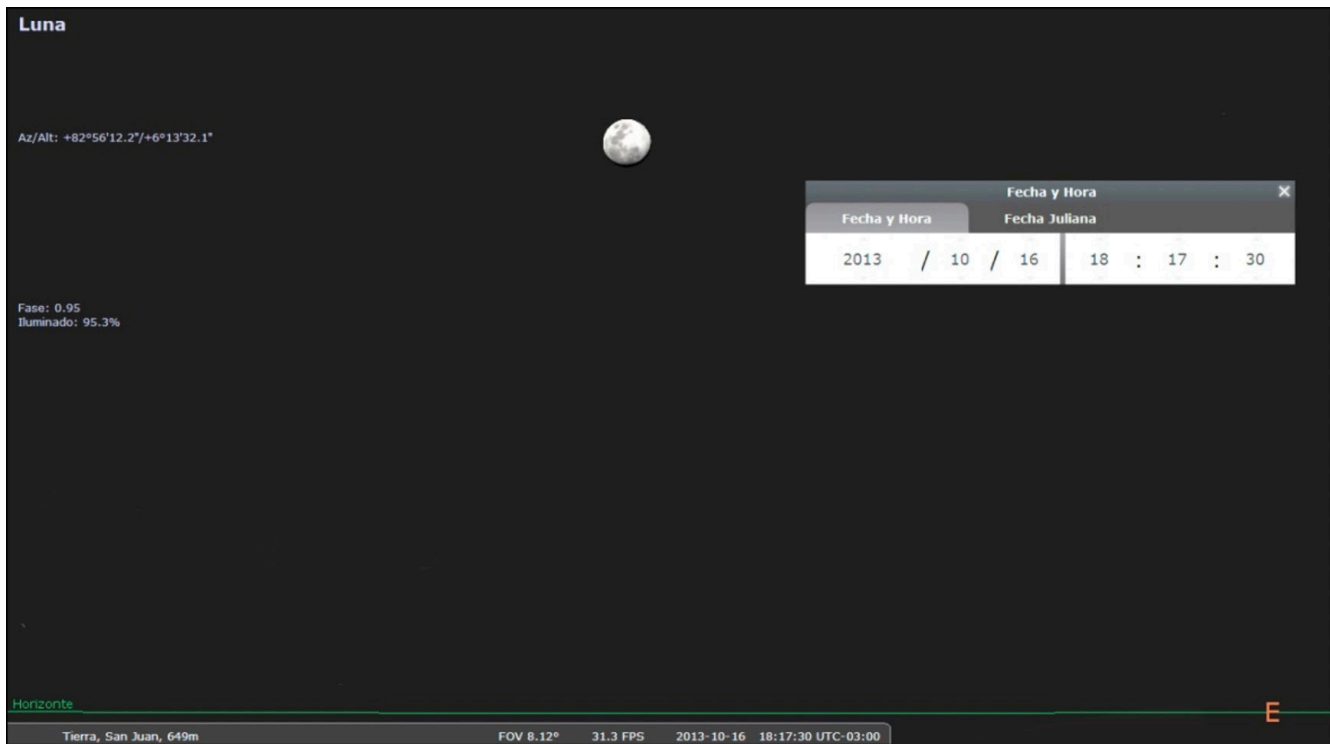


Figura 5. Captura de pantalla editada del software Stellarium, con la Luna en el instante de la foto.

Fuente: Autor.

Retomando entonces el razonamiento inicial, habría dos soluciones posibles: cerca de la salida del Sol o cerca de la puesta del Sol (“cerca” remite a “próximo en el tiempo”). Debemos tomar una decisión, optando por uno de los dos instantes, para continuar con el desarrollo de la actividad, lo que condicionará luego las posibilidades en cuanto a la ubicación espacial y la fase de la Luna.

Si la foto hubiera sido tomada poco después de la salida del Sol, y por estar la Luna en un estado de iluminación menor al 100%, la fase debería ser un menguante en sus primeras etapas (unos dos días después de Luna Llena), y la Luna debería estar hacia la región Oeste del horizonte. Viceversa, si la foto hubiera sido tomada poco antes de la puesta del Sol, la fase debería ser un creciente en sus últimas etapas (unos dos días antes de Luna Llena), y la Luna debería estar hacia la región Este del horizonte.

Dada la información que brinda la foto, ¿existe una única respuesta a las preguntas de la actividad? ¡¡No!! Hay dos conjuntos de respuestas: podría ser una Luna en fase menguante, tomada poco después

de la salida del Sol, o bien podría ser una Luna en fase creciente poco antes de la puesta.

¿Existe una forma de dilucidar cuál de las dos soluciones “es” la real (real en el sentido de que la foto es real)? ¡¡Tampoco!! Así también sucede muchas veces en el proceso de construcción de la ciencia, y se requiere entonces obtener registros observacionales independientes de los anteriores, para lograr así depurar las posibles soluciones a una pregunta o hipótesis de investigación.

La decisión que tomemos sobre la dimensión temporal (amanecer o atardecer), vinculará indisolublemente a la dimensión espacial (fase de la Luna y ubicación). Sin embargo, la foto no es ficticia; pero la información que brinda la actividad no es unívoca, sino que permite dos respuestas, y ambas representan realidades físicas posibles. La Foto 2 y la Figura 5 muestran la “realidad” de la situación planteada.

Nótese que la farola de la foto original está vista “de costado”, y que se nota claramente que la porción no iluminada de la misma coincide con la porción



Foto 3. Nubes y sus sombras proyectadas sobre el suelo, fotografiadas desde un avión.

Fuente: Autor.

no iluminada de la Luna (abajo en ambas). Luna y farola, ambas, iluminadas por el Sol.

4.2. Actividad “A partir de las sombras de nubes”

A partir de la Foto 3 siguiente, tomada desde un avión de Aerolíneas Argentinas viajando sobre la Patagonia desde Buenos Aires rumbo a Esquel se trata de responder a las siguientes preguntas.

¿Qué altura angular tenía el Sol, aproximadamente, en ese momento? ¿Sería posible estimar aproximadamente la hora a la que fueron tomadas estas fotos? Si consideramos que la altura angular y la hora dentro del día, antes estimadas, fueran un dato, ¿sería posible estimar la estación y el día en que fueron tomadas las fotos? ¿Dónde estaba sentado quien tomó

esta foto: ventanilla izquierda o ventanilla derecha? Esta actividad, utilizada en especial con estudiantes de profesorado y con docentes de todos los niveles, así como con otros participantes de perfil similar a lo presentado en la anterior actividad, nos ha resultado de gran utilidad para generar encendidas discusiones y muy interesantes procesos de generación de preguntas, de planteo de hipótesis, y de búsqueda de contrastación de las mismas con el hecho de que la foto muestra un hecho físico real, no es una simulación ni un experimento mental.

Sin embargo, al principio del trabajo, recién planteada la actividad, la primera reacción es, casi siempre, de sorpresa, de extrañeza, como si estuviéramos preguntando por el color de ojos del piloto del avión, como si ésta no fuera una actividad didáctica



Figura 6. La ruta aérea, simplificada como una línea recta entre los puntos de partida y llegada.

Fuente: Autor.

sería diseñada para el aprendizaje de conceptos de Astronomía.

El primer paso es imaginar la ruta aérea, ubicándonos en la situación de quien tomó la foto bajo estudio. Si bien sabemos que ninguna ruta aérea es una línea recta perfecta, a los fines de este ejercicio asumiremos (tomamos una decisión) que la trayectoria del vuelo fue un segmento de recta entre Buenos Aires y Esquel, cuyo rumbo aproximado es Noreste-Suroeste, como se indica en la Figura 6. Es claro que este ejercicio no depende de que el Autor tomó la foto sobre Argentina, ya que el mismo puede ser realizado con otras fotografías tomadas

en vuelos sobre cualquier región, Brasil, Colombia, etc., aunque en todos los casos deberemos tomar decisiones sobre la geometría de la trayectoria del vuelo, sobre la latitud en el momento de tomar la foto, etc.

Estimación de la altura angular del Sol sobre el horizonte

Quizás la principal dificultad que surge al analizar la foto bajo estudio es que la misma fue tomada “hacia abajo” pero no perpendicular al suelo, por lo que en la imagen hay que tratar de interpretar cuál

es el ángulo que forma la luz del Sol con el suelo, sin contar con la ayuda de ningún ángulo recto. Así, deberemos tomar varias decisiones, algunas físicas y otras didácticas, todas quizás discutibles (Figura 7). El primer paso es unir los centros de las dos nubes (indicado como 1) y luego unir los centros de sus respectivas sombras (indicado como 2). Este paso requiere de elegir (decidir) cuál sería el centro de cada nube y cuál el centro de cada sombra; en ambos casos, la elección es arbitraria, por criterio personal o del grupo de trabajo. Luego, uniremos cada centro de nube con el centro de su respectiva sombra (indicado como 3). Este paso se fundamenta en la propagación rectilínea de la luz, ya que Sol-nube-sombra están en una misma línea recta; así, esta elección ya no es arbitraria, sino que está basada en una propiedad física

válida en la descripción actual del mundo físico, del estudio de la Luz (Camino, 2014), y esencial para la Astronomía.

Hasta aquí, las decisiones tomadas no han sido muy conflictivas: luego de discutir un tiempo, los participantes en esta actividad rápidamente acuerdan con estos pasos. Sin embargo, no es así cuando se busca decidir desde qué ángulo con respecto al suelo (al horizonte astronómico) estaría llegando la luz del Sol (su altura angular).

El hecho de no contar con ángulos rectos que nos ayuden a tomar una referencia unívoca hace que este punto de la actividad sea muy conflictivo (y muy rica la discusión que se genera). La foto no ofrece una separación cielo-tierra, lo que impide tomar una horizontalidad al menos aproximada. Asimismo, la supuesta cuadrícula de los sembrados

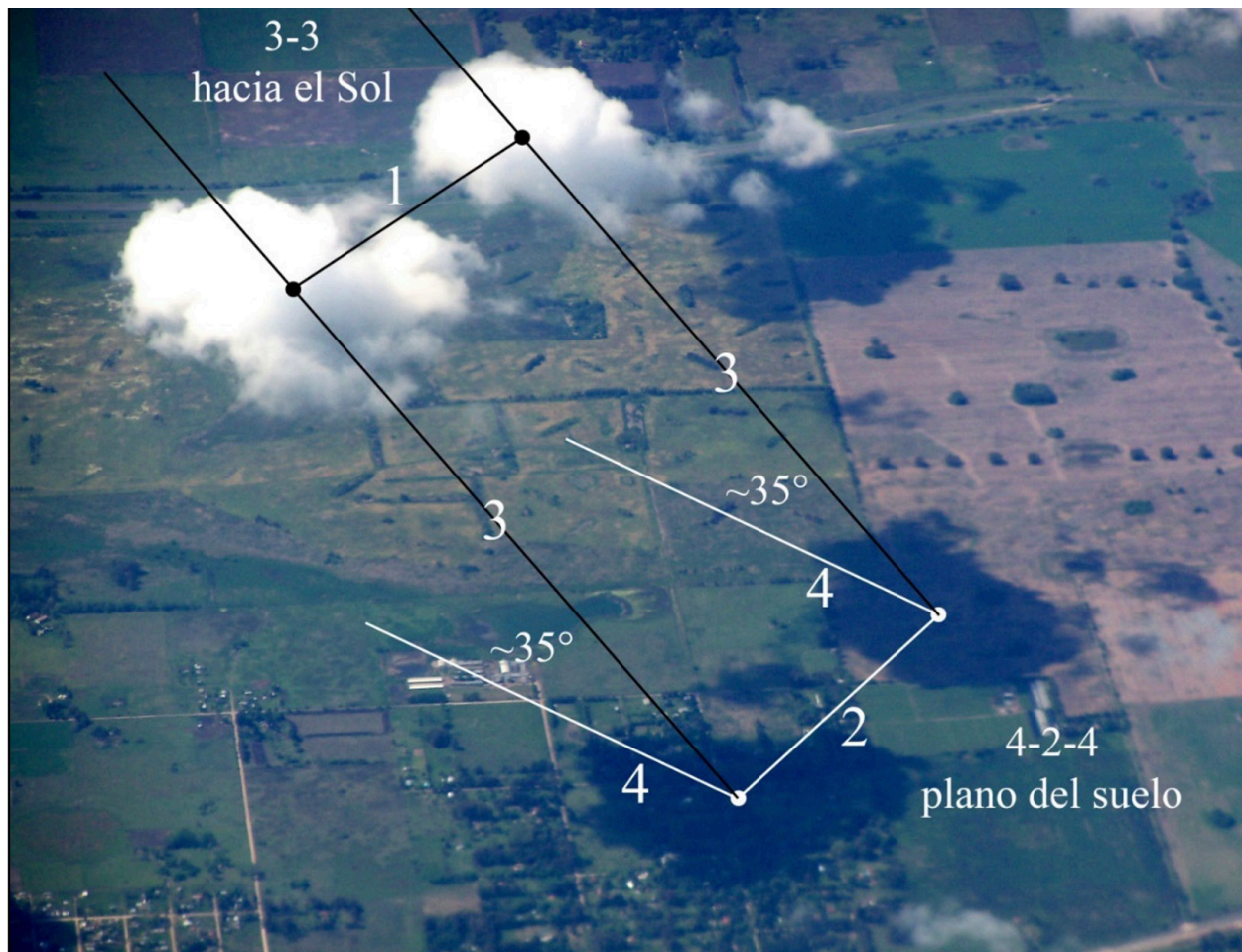


Figura 7. La geometría de la luz del Sol, las nubes y sus respectivas sombras sobre el suelo.

Fuente: Autor.

confunde, ya que un error típico es tomar los lados de los lotes como líneas principales NS y OE. En muchos casos, además, se busca (se fuerza) tomar los vértices de la foto como los puntos cardinales N, E, S, O. No sólo que ninguna de estas ideas es válida para analizar esta foto en particular, sino que tampoco se necesitan para estimar la altura angular del Sol sobre el horizonte.

¿Cómo estimar tal altura angular entonces? Simplemente, tomando una decisión: debemos definir cuál sería el plano del suelo, y a partir de allí estimar la altura del Sol. ¿Existe un único criterio para tal decisión, para estimar sin error ni dudas cuál es el plano del suelo? La respuesta es que no. Cada quien deberá decidir, fundamentándolo adecuadamente, cuál es la línea de perspectiva que elige para asumir el plano del suelo, para recién después poder estimar la altura del Sol.

En la Figura 7 hemos asumido que las líneas indicadas como 4 están en el plano del suelo, y estimamos que el plano que forman las visuales al Sol (indicadas como 3) forma un ángulo de aproximadamente 35° con el plano del suelo. ¿Por qué esta decisión? Porque es la que mejor nos satisface, luego de mucho imaginar, discutir y buscar la armonía de la imagen cuando asumimos tales direcciones en el espacio. A partir de este momento, el trabajo continúa “dando por hecho” que la altura angular del Sol cuando fue tomada la foto bajo estudio era de 35°, con lo que se da respuesta a la primera de las preguntas originales de la actividad propuesta.

Estimación de los rangos de variación de la salida y puesta del Sol

¿En qué posición habría estado el Sol en el cielo cuando se tomó la foto? ¿Qué altura y acimut debiera tener para iluminar de esa manera a las nubes? Dilucidar esto nos brindará un camino cierto para deducir en qué época del año podría haber sido tomada la foto, en qué momento del día, y, también, desde qué ventanilla.

El trabajo con ángulos en el cielo ha mostrado ser una dificultad importante en la Didáctica de la Astronomía, siendo el Acimut la coordenada que

plantea más inconvenientes (Lanciano et al, 2008). Asimismo, tener una perspectiva “desde arriba” del espacio físico que habitualmente poblamos, el suelo, es también una dificultad sobre la que debemos trabajar, ya que en general tal perspectiva no es vivencial sino construida ad-hoc o aprendida teóricamente (Camino et al, 2013).

Para estimar los rangos posibles de ubicación del Sol en el cielo de la zona patagónica sobre la que volaba el avión, deberemos elegir una latitud, y consecuentemente calcular cuál sería la amplitud de las salidas y puestas del Sol durante todo el año, entre solsticios como puntos extremos.

Buenos Aires se encuentra aproximadamente a una latitud de 35° Sur y Esquel se encuentra aproximadamente a una latitud de 43° Sur. A partir del mapa y de la ruta aérea simplificada de la Figura 6, tomaremos la decisión de estimar tal amplitud para una latitud intermedia, es decir: 39° Sur, aproximadamente a la mitad de la ruta. Tal decisión es arbitraria, pero una vez asumida, regulará el resto de los razonamientos.

Calcularemos la amplitud de las salidas y puestas del Sol sobre el horizonte astronómico local, para

$$A = \text{Arc Sen} [\text{Sen} (\delta_{\text{SOL}}) / \text{Cos} (\text{lat})]$$

$$A = \text{Arc Sen} [\text{Sen} (23,5^\circ) / \text{Cos} (39^\circ)]$$

$$A = \text{Arc Sen} [0,513094]$$

$$A = 30,9^\circ \quad (\text{Figura 9})$$

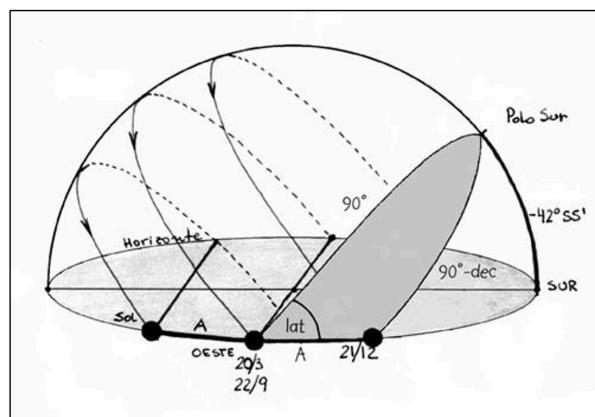


Figura 8. Esquema para el cálculo de la máxima amplitud en Acimut para puestas del Sol. Fuente: Camino, et al.

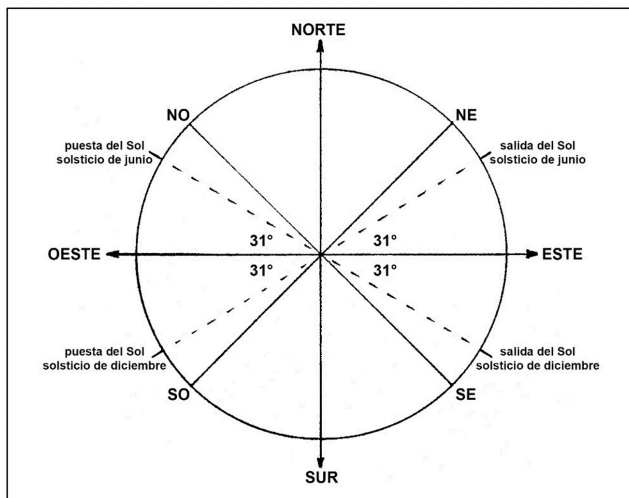


Figura 9. Esquema que muestra la máxima variación en Acimut para las salidas y puestas del Sol, calculada para una latitud de 39°.

Fuente: Autor.

una latitud de 39° Sur, a partir de trabajar con trigonometría esférica sobre la esfera celeste, tal como es habitual en Astronomía de Posición. La Figura 8, muestra el triángulo esférico cuyos vértices son

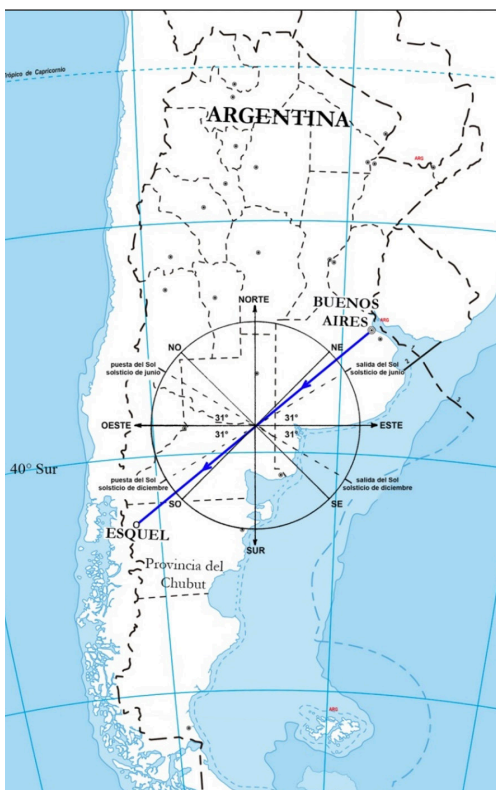


Figura 10. Esquema que muestra la amplitud en Acimut de salidas y puestas del Sol, superpuesto a la ruta aérea, para una latitud de 39° Sur.

Fuente: Autor.

el Polo Sur celeste y las dos puestas de Sol (en los equinoccios y en el solsticio de diciembre), lo que dará la amplitud en Acimut máxima posible para tal latitud (Camino et al, 1997).

Resolviendo el triángulo esférico en gris, llegamos a la siguiente relación:

Para una latitud de 39° Sur (lo mismo sería para la latitud de 39° Norte), la máxima amplitud en Acimut para salidas y puestas del Sol con respecto a los puntos cardinales Este y Oeste, respectivamente, es de casi 31°.

Es decir, jamás el Sol saldrá por el Noreste en invierno ni por el Sureste en verano (puntos a 45° del Este), ni se pondrá por el Noroeste en invierno ni por el Suroeste en verano (puntos a 45° del Oeste), para una latitud como la que estudiamos.

Este resultado nos dará la posibilidad de restringir fuertemente las posibles respuestas que demos a las preguntas planteadas por la actividad a partir de la fotografía de las nubes y sus sombras. La Figura 10 muestra el mapa con la ruta aérea, con el esquema de la variación en Acimut de la Figura 9 superpuesto a él.

¿Verano o invierno, mañana o tarde, ventanilla derecha o ventanilla izquierda?

En la Figura 11 se presenta la situación física que correspondería a suponer (una hipótesis) que la foto fue tomada desde la ventanilla derecha del avión en su vuelo a Esquel. Si así fuera, esto restringiría fuertemente la posición del Sol en el cielo, el instante de tiempo dentro del día y la época del año; si alguna de estas posibles restricciones mostrara algún tipo de imposibilidad (un absurdo, ver Figura 2), la hipótesis sería falsa, y deberíamos realizar un análisis similar para la ventanilla izquierda. Veamos. El sector en rojo indica los distintos valores del Acimut del Sol en las puestas, desde el extremo más al norte, durante el solsticio de junio, hasta el extremo más al sur, durante el solsticio de diciembre, pasando por el punto medio, el Oeste, durante los equinoccios. No hay otro punto sobre el horizonte astronómico por el cual se ponga el Sol, para una latitud aproximada de 39° Sur, en ningún día del año.

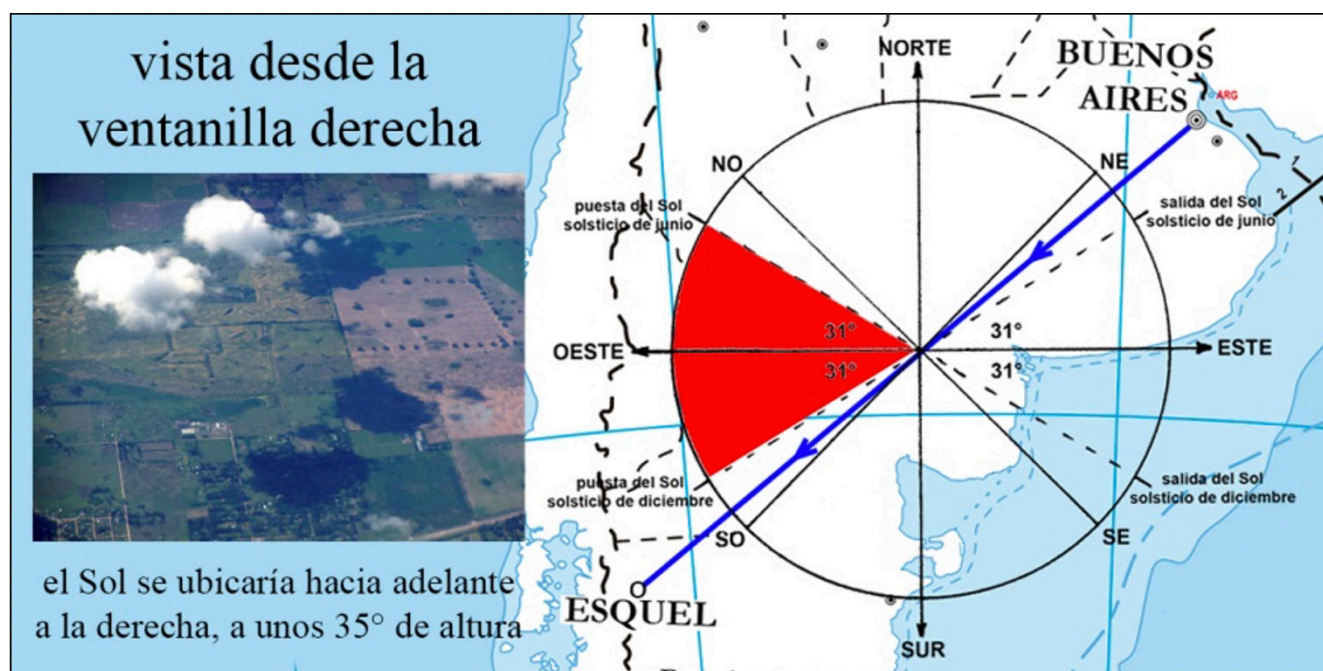


Figura 11. Análisis de la situación bajo estudio focalizando sobre la ventanilla derecha.

Fuente: Autor.

El sector en rojo indica que, si el Sol se ubicara allí, su altura sobre el horizonte debería ser muy baja, ya que se aproxima a la puesta. En particular, la mitad norte del sector en rojo, correspondiente a otoño e invierno, indicaría que al mirar por la ventanilla derecha el Sol debería ya haberse puesto, y la mitad sur del sector en rojo, correspondiente a primavera y verano, indicaría que al mirar por la ventanilla derecha el Sol debería tener una altura cercana a 0° . Podríamos concluir, sin mayor esfuerzo, que en ningún caso mirando por la ventanilla derecha, con el Sol yendo hacia la puesta, veríamos la foto bajo estudio: con un Sol iluminando nubes desde una altura de unos 35° , hacia la derecha de la ventanilla y muy hacia adelante de la ruta del avión en el que viajamos.

Es decir, dado que la hipótesis (“la foto fue tomada desde la ventanilla derecha”) lleva luego de un razonamiento deductivo a que entonces el Sol debería estar cerca de la puesta, lo que claramente no coincide con el estado de iluminación de las nubes y sus respectivas sombras en la foto (dicho de otro modo: en ningún día del año, en una latitud como la tomada como referencia, el Sol se ubicaría en

esa posición en el cielo del sector oeste), podemos concluir entonces que “la foto no fue tomada desde la ventanilla derecha”.

En la Figura 12 se presenta la situación física que correspondería a suponer (otra hipótesis) que la foto fue tomada desde la ventanilla izquierda del avión en su vuelo a Esquel. También así se restringiría fuertemente la posición del Sol en el cielo, pero ya sabiendo que sólo será posible ubicarlo en la región que da hacia el Este, ya que la falsación de la hipótesis anterior eliminó todas las ubicaciones hacia el Oeste.

El sector en azul indica los distintos valores del Acimut del Sol en las salidas, desde el extremo más al norte, durante el solsticio de junio, hasta el extremo más al sur, durante el solsticio de diciembre, pasando por el punto medio, el Este, durante los equinoccios. No hay otro punto sobre el horizonte astronómico por el cual salga el Sol, para una latitud aproximada de 39° Sur, en ningún día del año.

Del primer análisis de esta Figura, rápidamente podemos concluir que la foto fue tomada antes del mediodía solar verdadero, ya que la ventanilla derecha

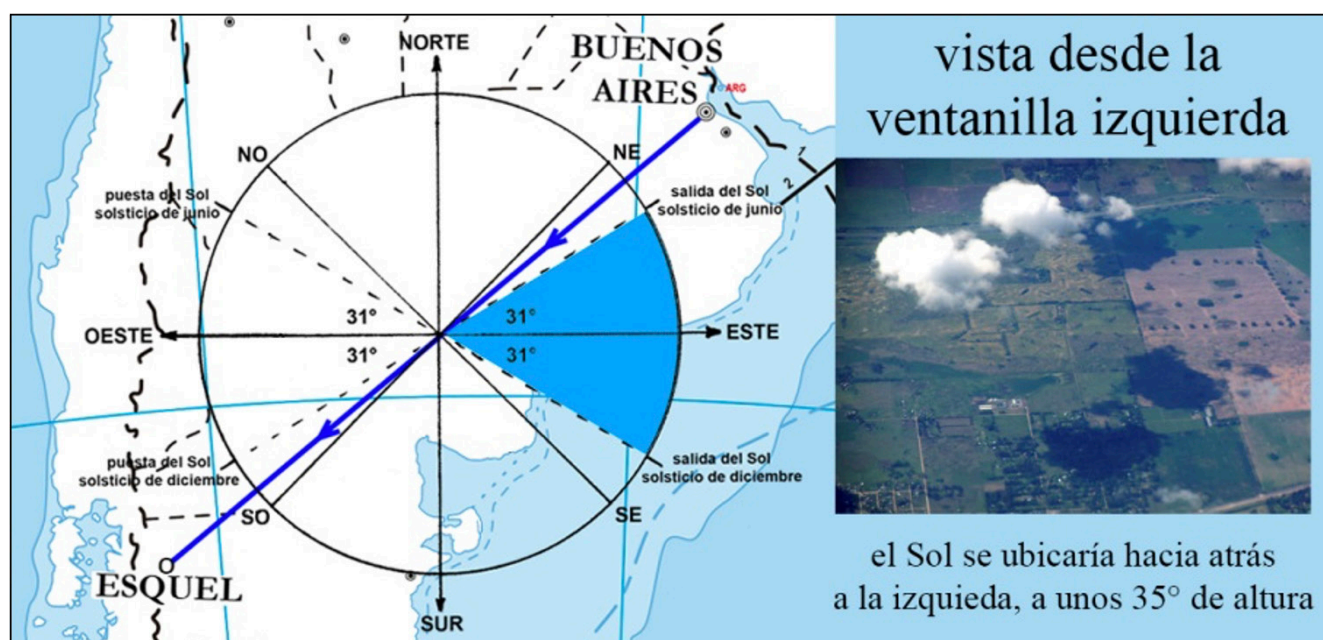


Figura 12. Análisis de la situación bajo estudio focalizando sobre la ventanilla derecha.

Fuente: Autor.

no “ve” la zona norte del cielo, sino sólo la parte que va desde el Sur al Este. Estas restricciones en la dimensión espacial (en Acimut) llevan solidariamente a restringir las posibilidades en la dimensión temporal: la foto no pudo haber sido tomada en otro momento que, por la mañana, entre el amanecer y bastante antes del mediodía solar.

Por otra parte, si el Sol se ubicara en la mitad norte del sector en azul, correspondiente a otoño e invierno, indicaría que al mirar por la ventanilla izquierda éste aún no habría salido o estaría recién asomando; en ningún caso, en este medio sector azul norte, el Sol tendría una altura angular sobre el horizonte de 35° .

La mitad sur del sector en azul, correspondiente a primavera y verano, indicaría que al mirar por la ventanilla derecha, casi perpendicular a ella, el Sol debería ya haber salido (solsticio de diciembre) o bien estar recién salido. Sin embargo, la foto indica que desde la ventanilla no se ve el Sol directamente, sino que el mismo está hacia atrás a la izquierda, por lo que debió haber salido hace un buen rato, lo que implicaría entonces que la fecha de la foto debería ser cercana al solsticio de diciembre: es decir, salió temprano y remonta en el cielo a una altura

media bastante antes del mediodía solar verdadero, lo que es típico de finales de la primavera e inicio del verano, para una latitud como la tomada para esta actividad (39° Sur).

De acuerdo con lo antes expuesto, podríamos afirmar que la foto podría haber sido tomada durante la mañana, antes del mediodía solar verdadero local, en una época que va desde la segunda mitad de la primavera hasta la primera mitad del verano (desde principios de noviembre a principios de febrero, muy aproximadamente).

Podemos decir, entonces, que la hipótesis “la foto fue tomada desde la ventanilla izquierda” ha sido corroborada, lo que trajo como consecuencias lógicas varias otras afirmaciones, referidas a la época del año y al instante dentro del día, en que el observador registró estas nubes y sus sombras (vale decir, siendo honestos, que no pudimos averiguar finalmente cuál era el color de los ojos del piloto...). La foto fue tomada por el Autor, el día 10 de octubre de 2010, a las 10 horas 51 minutos, en un vuelo regular de Aerolíneas Argentinas, sobre la región entre las provincias de Buenos Aires y Neuquén (latitud de 39° Sur, longitud de 64° Oeste, aproximadamente),

desde la ventanilla izquierda. Según el software Stellarium, la posición del Sol en ese momento era acimut = 51° y altura = 46° , aproximadamente. Es decir, el Sol estaba hacia atrás y levemente a la izquierda de la dirección de vuelo, a una altura un poco mayor que la estimada.

¿Cómo evaluamos la diferencia entre estos datos reales y los deducidos a partir del proceso realizado al resolver la actividad? Hay una diferencia de varios días con respecto a la época del año, de casi diez grados en la altura angular estimada, y algo menos de diferencia con el Acimut estimado del Sol y con la deducción sobre el instante en que se tomó la foto. El conjunto de incertezas en los resultados obtenidos de esta actividad es, para nosotros, muy satisfactorio, con rangos de valores pequeños según nuestro criterio y acordes con nuestros objetivos didácticos. Sin embargo, cada uno de nosotros podría haber obtenido respuestas diferentes y rangos de incertezas distintos, de acuerdo con las decisiones que tomáramos (estimación de ángulos y direcciones espaciales, intervalos temporales, etc.). De todos modos, la evaluación de esta actividad es, también, motivo de discusión, abierta, propia de quienes la utilicen; ¡¡ese fue siempre su objetivo!!

5. Comentario final

Hemos querido mostrar en este trabajo de qué manera un conjunto de criterios que son propios de nuestra práctica en Didáctica de la Astronomía se ponen de manifiesto en el diseño de actividades para el aula: relación espacio-temporal, interacción con el entorno natural cotidiano, involucrarse vivencialmente en la toma de decisiones y búsqueda de la creatividad, tendiendo al tan ansiado cambio didáctico en nuestras prácticas.

Nubes, sombras y objetos iluminados por el Sol vemos todos los días, sin embargo, observarlos con intencionalidad didáctica y transformarlos en objeto de estudio para el diseño de actividades de aula es lo que no hacemos todos los días; sin embargo, es posible, sólo tenemos que intentarlo.

Es nuestra convicción que todos podemos convertir

cualquier situación natural en el entorno astronómico en el que vivimos en una oportunidad para llevar a nuestras aulas actividades experimentales, que pongan en juego nuestra sensibilidad y nuestra capacidad de asombro, de razonamiento, de generar preguntas e hipótesis, de arriesgar respuestas, trabajando con otros para construir conocimiento, y así retornar una y otra vez a contemplar activamente, como personas y como educadores e investigadores, toda la belleza del universo en el que vivimos. Este es el desafío para quienes somos Didactas de la Astronomía.

5. Referencias

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín, IZQUIERDO AYMERICH, Mercè. (2002). "Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma". **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 1, N°3, pp. 130-140.
- ALVES DE ALCÂNTARA, Laryane, ALEXANDRE FREIXO, Alessandra. (2016). "O céu noturno como cenário do tempo: uma possibilidade para o ensino de astronomia". **Revista Góndola, Ensino y Aprendizaje de las Ciencias**. e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 11, No. 1. pp 70-85. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a5.
- ANDERL, Sibylle. (2015). "**Astronomy and Astrophysics in the Philosophy of Science**". arXiv:1510.03284. [physics.hist-ph]
- AUSUBEL, David, NOVAK, Joseph, HANESIAN, Helen. (1983). **Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo**. Ed. Trillas, Segunda edición, México.
- CAMINO, Néstor, ROS, Rosa María. (1997). "¿Por dónde sale el Sol?". **Revista Educación en Ciencias**, vol. 1, núm. 3, pp. 11 a 17. Buenos Aires, Argentina.
- CAMINO, Néstor. (1998). **Fichas de trabajo del Proyecto de Investigación "Espacio y Tiempo en EGB2 y EGB3. Aspectos conceptuales y didácticos de la determinación del espacio y el tiempo**

- mediante la construcción de un reloj de Sol". Complejo Plaza del Cielo, Esquel, Argentina.
- CAMINO, Néstor. (1999). "Sobre la Didáctica de la Astronomía y su Inserción en EGB", 1999. En Kaufman, M. y Fumagalli, L., **Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y Propuestas Didácticas**. Ed. Paidós, BA, Argentina. pp. 143-173.
- CAMINO, Néstor. (2012). "La Didáctica de la Astronomía como campo de investigación e innovación educativas". En Bretones, P. (comp.), **Actas elect. del I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia** (SNEA I). RJ, Brasil.
- CAMINO, Néstor, LANCIANO, Nicoletta. (2013). "Cómo es Esquel desde arriba. El macro espacio en la mente y en la hoja". **Actas del Congreso Internacional de Geografía**, 74ª Semana de Geografía y 28º Simposio de Educación. GAEA-Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Boletín N°132, Especial. Buenos Aires, Argentina. ISSN 0325-2698. pp. 55-67.
- CAMINO, Néstor, TERMINIELLO, Cristina. (2014). "Escuelas a cielo abierto. Experiencias posibles sobre Didáctica de la Astronomía en escuelas públicas". Capítulo del libro **Ensino de Astronomia na escola. Concepções, ideias e práticas**. Organizador: Marcos Daniel Longhini (UF Uberlândia). Editora: Átomo, Brasil. ISBN 978-85-7670-239-9. pp. 423-441.
- CAMINO, Néstor. (2014). "La luz en el universo actual". Capítulo del libro **Radiaciones. Una mirada multidimensional**, del Programa "Escritura en Ciencias – 2013", Instituto Nacional de Formación Docente, Ministerio de Educación de la Nación. 2014. ISBN 978-950-00-1046-7.
- CAMINO, Néstor, PAOLANTONIO, Santiago. (2017). "Eclipses de cuando éramos chicos. Recuerdos vivencialmente significativos sobre eclipses de Sol en adultos mayores." **Revista Latinoamericana de Enseñanza de la Astronomía** (RELEA). N° 24, p. 69-101.
- CAMINO, Néstor, LANCIANO, Nicoletta, TERMINIELLO, Cristina. (2020). "La Esfera Lisa. El dispositivo didáctico que da fundamento astronómico al Globo Terráqueo Paralelo". **Rev. Int. de Pesq. em Didática das Ciências e Matemática** (RevIn). Volume 1 – publicação Contínua. e-ISSN 2675-4258. Disponible em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/252>
- CASTIBLANCO, Olga Lucía, VIZCAÍNO, Diego Fabián. (2009). "¿Qué es la Didáctica de la Física?". **X Conferencia Interamericana de Educación en Física**. U de Antioquia, Medellín, Colombia.
- CASTIBLANCO, Olga Lucía, NARDI, Roberto. (2018). "What and how to teach didactics of physics? An approach from disciplinary, socio-cultural, and interactional dimensions". **Journal of Science Education**, v. 19, n. 1.
- DICK, Steven J. (2013). **Discovery and classification in Astronomy. Controversy and consensus**. Cambridge University Press. NY, USA.
- DICK, Steven J. (2020). "The Philosophy of Astronomy, Cosmology and Astrobiology: A Preliminary Reconnaissance". En: **Space, Time and Aliens**. Collected Works on Cosmos and Culture. Springer, NY, USA. Capítulo 37. ISBN 978-3-030-41614-0 (eBook).
- ELLIS, George F. R. (2006). "**Issues in the Philosophy of Cosmology**". <https://arxiv.org/abs/astro-ph/0602280v2>
- FLICK, Uwe. (2002). **Introducción a la investigación cualitativa**. Editorial Morata. Cap. V: Preguntas de investigación. pp. 61-67.
- FREIRE, Paulo (2003). **El grito manso**. Siglo XXI Editores, BA, Argentina. Capítulo 2: Práctica de la pedagogía crítica, pp. 28-38.
- FURIÓ, Carles, GIL PÉREZ, Daniel, PESSOA DE CARVALHO, Anna María, SALCEDO, Luis E. (1992). "La formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: papel de las didácticas específicas". **Investigación en la Escuela**, N°16, p. 16.
- GIL PÉREZ, Daniel, (1991). "¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?". **Enseñanza de las Ciencias**, 9 (1), pp. 69-77.

- KUHN, Thomas S., (1992). **La estructura de las revoluciones científicas**. Fondo de Cultura Económica, Breviarios. Buenos Aires, Argentina. 4ª Reimpresión.
- LAHIRI, Avijit. (2020). **Science as an Interpretation of the World: Inference and Belief**. Self publisher. Chapter 8 "Abduction: theory in emergence". <http://philsci-archive.pitt.edu/17284/>
- LANCIANO, Nicoletta. (1996). **L'analisi delle concezioni e l'osservazione in classe: strumenti per la definizione degli obiettivi educativi e delle strategie pedagogiche per l'insegnamento dell'Astronomia nella scuola elementare in Italia**". Tesis doctoral, N°235, Universidad de Ginebra, Suiza. 313 pp. +Allegati.
- LANCIANO, Nicoletta, CAMINO, Néstor. (2008). "Del ángulo de la Geometría a los ángulos en el cielo. Dificultades para la conceptualización de las coordenadas astronómicas Acimut y Altura". **Enseñanza de las Ciencias**, 26 1, España.
- NOVAK, Joseph, GOWIN, Bob. (1998). **Aprendiendo a aprender**. Ediciones Martínez Roca, Barcelona, España.





EL TOMATE QUE NO FLOTA EN AGUA: UNA POSIBLE SECUENCIA PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE INGRAVIDEZ

TOMATO THAT DOESN'T FLOAT IN WATER: A POSSIBLE SEQUENCE FOR ACTIVE LEARNING OF WEIGHTLESSNESS

O TOMATE QUE NÃO FLUTUA NA ÁGUA: UMA POSSÍVEL SEQUENCIA PARA A APRENDIZAGEM ATIVA DA NÃO GRAVIDADE

Josip Slisko*

Cómo citar este artículo: Slisko, J. (2021). El tomate que no flota en agua: una posible secuencia para el aprendizaje activo de ingravidez. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 38-45. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16657>

Resumen

Es conocido que los tomates flotan en el agua. Usando un tornillo o clavo y un imán de neodimio es posible cambiar tal comportamiento, manteniendo un tomate en el fondo de una botella llena de agua. Se solicita que los estudiantes, quienes no conocen tal procedimiento, propongan sus propios procedimientos para lograr la situación descrita. Al llegar a conocer el procedimiento mencionado, por propio pensamiento creativo o, más probable, por la revelación del docente, se solicita que los estudiantes predigan el comportamiento del tomate al remover el imán de neodimio. Finalmente, los estudiantes deben predecir el comportamiento del tomate si simultáneamente se remueve el imán de neodimio y se deja caer la botella. Como en la caída libre, dentro de la botella no hay campo gravitacional y el agua deja de ejercer la fuerza de empuje, el tomate se queda en el fondo de la botella sin la presencia del imán. Tal acontecimiento es una nueva demostración de ingravidez para las aulas de física. Puede servir como el punto de partida para construir un conocimiento transferible sobre la ausencia del campo gravitacional interno en los sistemas en caída libre.

Palabras clave: Ingravidez; Caída libre; Fuerza de empuje; Aprendizaje activo

Recibido: 13 de julio de 2020; aprobado: 9 de octubre de 2020

* Ph.D. en Filosofía de la Física. Profesor titular de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel II). Estudia la construcción, por parte de los estudiantes, de modelos explicativos y predictivos de los fenómenos físicos, y su lucha por superar el "pensamiento rápido" en la resolución de los rompecabezas matemáticos. Desde 1993 organiza el taller internacional "Nuevas tendencias en la enseñanza de la física". E-mail: jslisko@fcfm.buap.mx - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5805-4808>

Abstract

It is known that tomatoes float in water. Using a screw or nail and a neodymium magnet it is possible to change such behavior by keeping a tomato in the bottom of a bottle filled with water. Students, who do not know such a procedure, are asked to propose their procedures to achieve the described situation. Upon learning about the mentioned procedure, by their creative thinking or by the teacher's revelation, students are asked to predict the tomato's behavior after the neodymium magnet is removed. Finally, students should predict the tomato's behavior if the neodymium magnet is simultaneously removed and the bottle is dropped. As in free fall, inside the bottle, there is no gravitational field and the water stops exerting the buoyant force, the tomato remains at the bottom of the bottle without the presence of the magnet. That event is a new demonstration of weightlessness for physics classrooms. It can serve as a starting point for the construction of transferable knowledge about the absence of internal gravitational field in free-falling systems.

Keywords: Weightlessness; Free fall; Buoyant force; Active learning

Resumo

Tomates são conhecidos por flutuar na água. Usando um parafuso ou prego e um ímã de neodímio, é possível alterar esse comportamento, mantendo um tomate no fundo de uma garrafa cheia de água. Os alunos, que não conhecem esse procedimento, são solicitados a propor seus próprios procedimentos para alcançar a situação descrita. Ao aprender sobre o procedimento mencionado, pelo seu próprio pensamento criativo ou, mais provavelmente, pela revelação do professor, os alunos devem prever o comportamento do tomate ao remover o ímã de neodímio. Finalmente, os alunos devem prever o comportamento do tomate se o ímã de neodímio for removido simultaneamente e a garrafa cair. Como em queda livre, dentro da garrafa não há campo gravitacional e a água para de exercer força de empuxo, o tomate permanece no fundo da garrafa sem a presença do ímã. Tal evento é uma nova demonstração da não gravidade nas aulas de física. Pode servir como ponto de partida para a construção de um conhecimento transferível sobre a ausência do campo gravitacional interno nos sistemas de queda livre.

Palavras chave: gravidade zero, força de empuxo, aprendizagem ativa.

Introducción

Para mejorar la enseñanza de las ciencias, existen diferentes tipos de estrategias socio-constructivista: “aprendizaje por descubrimiento”, “cambio conceptual”, “enseñanza por investigación entorno a problemas” y “enfoques CTS” (Jiménez-Tenorio & Oliva, 2016). Aunque las investigaciones han demostrado su eficacia didáctica, esas estrategias no se han aplicado en la enseñanza de todos los contenidos de física escolar. Su ausencia es especialmente preocupante en el caso del importante y controversial concepto de ingravidez. La establecida estrategia de introducir tal concepto en la gran mayoría de los libros de texto de física es usar un “experimento pensado” en que una persona mide su peso usando báscula colocada en el piso de un elevador en reposo y en la caída libre (Balukovic, Slisko & Corona, 2017). En lugar de tener experiencias directas sobre varios eventos observables relacionados con ingravidez en caída libre, los estudiantes deben creer en lo que dice el libro de texto sobre la lectura “cero” de la báscula y “comprender” tal hecho mediante manipulación de las fórmulas matemáticas.

Son muy pocos libros de texto de física en que los autores proponen a los estudiantes conocer y explicar la más popular demostración de ingravidez en la caída libre: el chorro de agua sale de una botella estacionaria, con un orificio cerca de su fondo, y deja de salir de ella en caída libre (Balukovic & Slisko, 2018).

Al investigar las explicaciones de los estudiantes de por qué el chorro de agua deja salir en caída libre, se nota la presencia de interesantes modelos explicativos (Balukovi & Sliško, 2016; Balukovic & Slisko, 2019). Uno es: el agua deja de salir de la botella porque en la caída libre se eleva por arriba del orificio. Para tal comportamiento de agua, los estudiantes son capaces de proporcionar argumentos: “el agua es más pesada que la botella de plástico y cae más lentamente”. También, proponen nuevos experimentos para apoyar su explicación basada en la idea de que el agua se eleva en caída libre: “Llenar completamente una botella sin orificio con

agua y dejarla caer. En la caída, el agua saldrá por la boca de la botella” (Balukovic & Slisko, 2019).

Esos resultados demuestran que valdría la pena diseñar diversas secuencias de aprendizaje activo del concepto de ingravidez en caída libre e implementarlas en el aula de física. Los resultados logrados en el aprendizaje de los estudiantes darán una información importante acerca de sus maneras de pensar sobre diferentes manifestaciones observables de ingravidez que son posibles en el aula. La secuencia que se propone en este artículo usa el hecho experimental: el agua en la caída libre no ejerce la fuerza de empuje (Kruglak, 1963; Breslow, 1974; Slisko & Planinsic, 2010).

La base didáctica y experimental de la secuencia

Para que aprenden los conceptos de física y que, a la vez, practiquen el pensamiento científico, los estudiantes deben “hacer física”, a través de la participación activa en las prácticas de observaciones, descripciones, explicaciones y predicciones de los fenómenos físicos (Etkina, 2019). En esta secuencia, se propone usar dos de estas prácticas científicas: explicaciones y predicciones. Además, se sugiere introducir un evento discrepante (el tomate que no flota en agua) para activar el pensamiento creativo de los estudiantes y agregar un toque recreativo a la secuencia (Molina, 2011).

En las previas demostraciones, diseñadas para que los estudiantes en el aula perciban la ausencia de la fuerza de empuje en el agua, se usaban arreglos experimentales cuya construcción no era trivial:

- (1) Un corcho en tubo de plástico largo, cerrado en ambos extremos y lleno de agua (Kruglak, 1963);
- (2) Un globo inflado, forzado a estar por debajo de la superficie de agua mediante un resorte atado a la tapa de una botella de plástico (Slisko & Planinsic, 2010);
- (3) Un gran globo inflado y montado sobre un contenedor plástico lleno de agua en que sumerge un corcho con una aguja larga que no alcanza el globo cuando el corcho está en el fondo (Breslow, 1974).



Figura 1. Materiales necesarios para la secuencia recreativa de aprendizaje activo de ingravidez. Fuente: autor.

Los artefactos experimentales que se usan en la secuencia propuesta se construyen fácilmente. Los materiales necesarios son: una botella de plástico transparente, un tomate, un imán de neodimio y un tornillo ferromagnético (Figura 1). Es fácil conseguirlos y los que se compran (tornillo e imán de neodimio) tienen un precio bajo.

Las primeras prácticas explicativas

El primer paso sería mostrar a los estudiantes una foto de la botella con agua en que flota un tomate (Figura 2). Tal situación se ha realizado y fotografiado antes de la clase.

La primera pregunta sobre una situación física, que se pretende explorar conceptualmente, siempre debe ser aquella a que los estudiantes fácilmente den una respuesta. En este caso tal pregunta es:

¿Por qué el tomate flota en el agua?

Probablemente, los estudiantes darán una respuesta memorizada en términos de la densidad: La densidad del tomate es menor que la densidad del agua. Aunque la respuesta es formalmente correcta, teniendo en mente el desarrollo de la secuencia que se

propone, sería útil conectar la flotación del tomate con la acción de la fuerza de empuje.

Por eso la siguiente pregunta sería:

¿Por qué el tomate está en reposo?

Algunos estudiantes suelen decir que el tomate está en reposo debido a la ausencia de las fuerzas, activando la conocida concepción alternativa: no hay movimiento – no hay fuerzas (Benegas et al., 2010). A través de la discusión, se debería llegar a una mejor respuesta, pasando de la ausencia de fuerzas al equilibrio de fuerzas. Cuando el tomate flota, la intensidad la fuerza de empuje (dirigida hacia arriba) es igual a la intensidad de la fuerza gravitacional (dirigida hacia abajo).

Un interludio recreativo con el pensamiento creativo

Este interludio recreativo que explora la creatividad de los estudiantes seguiría después de que los estudiantes tengan ideas correctas acerca de las fuerzas que actúan sobre el tomate.

En el comienzo se demuestra a los estudiantes un arreglo, previamente preparado, en donde el tomate está en el fondo de la botella (Figura 3). Es un evento discrepante que desafía la intuición de los

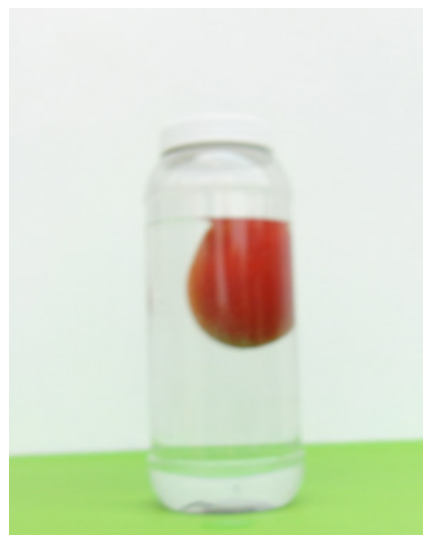


Figura 2. La foto de un tomate que flota en agua.

Fuente: autor.



Figura 3. El evento discrepante: el tomate está en el fondo de la botella. Fuente: autor.

estudiantes y aumenta su motivación para aprender (González-Espada et al., 2010).

La pregunta para activar el pensamiento creativo es: ¿Cómo se pudo haber hundido el tomate y cómo se mantiene en el fondo de la botella?

Seguramente habrá muchas respuestas diferentes que muestran claramente un rico espectro de creatividad de los estudiantes. Las respuestas dominantes serían basadas en los supuestos cambios de la densidad, debido a que tal concepto se usa casi únicamente para “explicar” porqué los cuerpos flotan (tienen menor densidad que el líquido) o se hunden (tienen



Figura 4. El secreto revelado: el imán de neodimio mantiene el tomate en el fondo. Fuente: autor.

mayor densidad que el líquido).

Muy pocos escaparían tal “trampa mental” creada por la enseñanza. Ellos serán capaces de encontrar la solución: una pieza metálica (clavo, tornillo, ...) se ha insertado en el tomate y un imán de neodimio se usó para hundir el tomate hasta el fondo. Fuerza magnética atractiva y fuerza gravitacional, ambas actuando hacia abajo, mantienen el tomate en el fondo, equilibrando la fuerza de empuje y la fuerza de reacción del fondo que actúan hacia arriba. En el caso probable, si ningún estudiante llega a esta solución, hay que revelar el secreto, tomando la botella y mostrando que hay un imán de neodimio escondido debajo del fondo de la botella que mantiene el tomate, con el tornillo insertado, “pegado” al fondo (Figura 4).

La primera predicción

Ahora vendría la pregunta:

¿Qué pasará si el imán de neodimio se aleja del fondo?

Es recomendable ofrecer las posibles respuestas:

- (a) Se queda en el fondo.
- (b) Se eleva hasta la mitad de la botella.
- (c) Se eleva hasta la superficie de la botella.

Algunos estudiantes dirían que se quedará en el fondo. Su argumento sería:

Ahora el tomate con un tornillo insertado pesa más y debido al peso aumentado no puede flotar y seguirá hundido (Yin et al., 2008).

Sin embargo, habrá los estudiantes quienes ofrecerán la respuesta correcta:

El tomate se moverá hasta la superficie de agua y allí flotará.

El experimento demuestra que esa predicción describe lo que realmente pasa al alejar el imán de la botella (figura 5).

La segunda predicción

Para solicitar la segunda predicción, se prepararía de nuevo la situación en que el tomate está en el fondo de la botella, atraído por el imán de neodimio (figura 6).

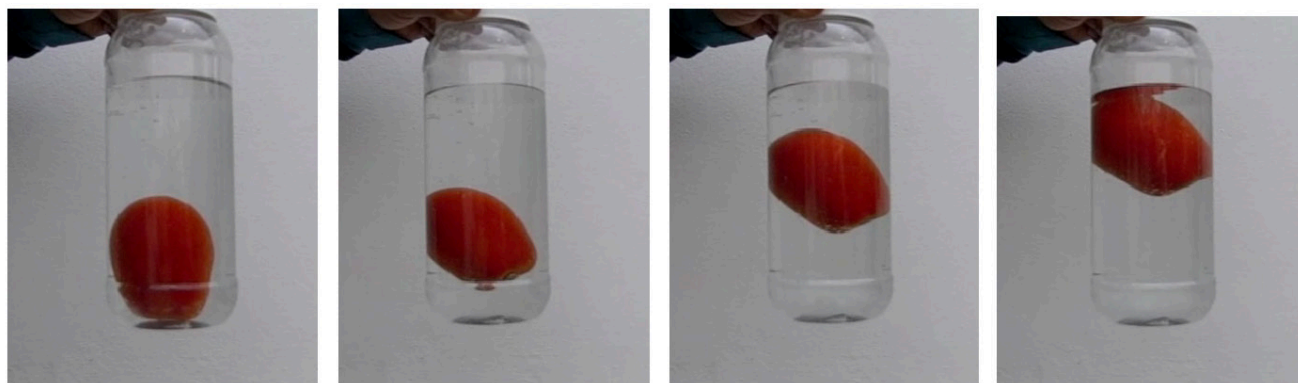


Figura 5. Después de alejar el imán, el tomate se mueve hacia arriba.

Fuente: autor.

La pregunta clave de esta secuencia de aprendizaje activo sería:

¿Qué hará el tomate, si el imán se aleja y simultáneamente se deja caer la botella?

Es recomendable ofrecer a los estudiantes las posibles respuestas:

(a) El tomate se queda en el fondo de la botella.

(b) Se moverá hasta la superficie de agua.

(c) Se moverá hasta la mitad de la botella.

Solamente los estudiantes que tienen el conocimiento sobre la ausencia de la fuerza de empuje en la caída libre dirán que el tomate quedará en el fondo de la botella.

Los estudiantes que no saben que en la caída libre, desaparecen el campo gravitacional en el recipiente y la fuerza de empuje, seleccionarían la opción (b),

con el argumento de que eso hacía el tomate antes en la situación estacionaria. Se trata de una generalización apresurada basada en la experiencia previa. A otros les parecería la correcta la opción (c). Ellos basan esta predicción en el recuerdo de los dibujos en los libros de texto de física en que la persona y báscula se elevan y flotan cuando el elevador está en la caída libre (Balukovic & Slisko, 2017).

Para los estudiantes que escogieron las respuestas (b) y (c) sería una gran sorpresa que la predicción correcta es la respuesta (a): El tomate se queda en el fondo de la botella (Figura 7).

Conclusión

En la discusión sobre la explicación del comportamiento sorprendente del tomate, hay que dirigir la atención de los estudiantes hacia la fuerza de empuje. Como antes tal fuerza causaba la flotación del tomate, una explicación del hecho de que el tomate se queda en el fondo es que en la caída libre deja de actuar la fuerza de empuje.

Conociendo la relación entre la fuerza de empuje y diferentes presiones hidrostáticas en diferentes profundidades de agua, los estudiantes podrían concluir que la ausencia de la fuerza de empuje implica la ausencia de la presión hidrostática. La conclusión final, asistida y guiada por el docente, debe ser que en la caída libre el agua no tiene peso y por eso no ejerce ni presión hidrostática ni fuerza de empuje.



Figura 6. El tomate y el imán antes de que se aleja el imán y el recipiente se deja caer. Fuente: autor.

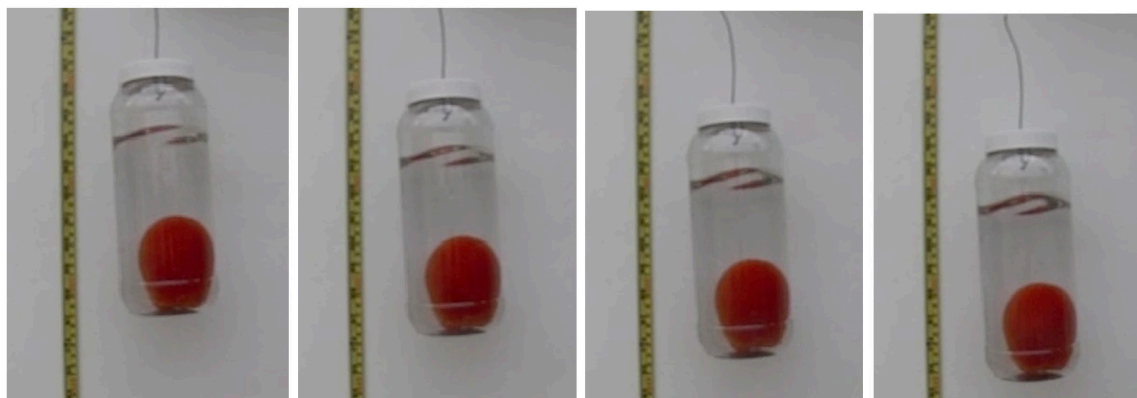


Figura 7. Cuando la botella está en caída libre, el tomate se queda en el fondo sin la presencia del imán de neodimio.

Fuente: autor.

La ausencia del peso del agua se debe a la ausencia del campo gravitacional interno en los sistemas que caen libremente en el campo gravitacional de la Tierra. De tal manera que, los estudiantes llegarían a un nuevo conocimiento sobre el estado de ingravidez a partir de la observación propia de un acontecimiento sorprendente en la caída libre y no a partir de un “experimento mental”.

La ausencia del campo gravitacional interno en los sistemas que caen libremente implica la ausencia del peso de los cuerpos y las fuerzas relacionadas con el peso (fuerza de fricción y fuerza de empuje). Otras fuerzas, que no se relacionan causalmente con el campo gravitacional, son fuerzas elásticas, electrostáticas y magnéticas. Tales fuerzas actúan de la misma manera en la caída libre.

La prueba de transferencia de tal conocimiento sobre la ausencia del campo gravitacional interno en los sistemas en caída libre puede ser la tarea de diseñar una demostración adicional de ingravidez basada en la relación entre las fuerzas que dejan de actuar y las que siguen actuando. Hay evidencias de que los estudiantes son capaces de proponer interesantes diseños, algunos completamente viables y otros que revelan la presencia de algunas concepciones alternativas (Slisko, 2017). Ambos tipos de productos del pensamiento creativo de los estudiantes son muy útiles porque demuestran el valor didáctico del aprendizaje activo, sobre el tema de ingravidez.

Agradecimiento

Agradezco a mi amigo y colaborador Adrián Corona Cruz (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla) por haber hecho las fotos usados en este artículo.

Referencias bibliográficas

- BALUKOVIC, J. & SLIŠKO, J. (2016). Ucenicka objašnjenja demonstracije bestežinskog stanja sa bocom i mlazom vode. *Nastava fizike*, 3, 21-24.
- BALUKOVIC, J. & SLIŠKO, J. (2017). Misaoni eksperiment o mjeranju težine u liftu koji slobodno pada: Negativne posljedice u ucenickom znanju. *Nastava fizike*, 4, 9-12.
- BALUKOVIC, J., & SLIŠKO, J. (2018). Teaching and Learning the Concept of Weightlessness: An Additional Look at Physics Textbooks. *European Journal of Physics Education*, 9(1), 1-14.
- BALUKOVIC, J., & SLIŠKO, J. (2019). Active learning of weightlessness with the bottle-and-water-jet demonstration: Which new experiments do students propose to test an alternative explanation? *Journal of Physics: Conference Series*, 1286(1), 012002.
- BALUKOVIC, J., SLIŠKO, J., & CRUZ, A. C. (2017). Thought Experiments in Teaching Free-Fall Weightlessness: A Critical Review and an Exploration of Mercury's Behavior in “Falling Elevator”. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1283-1311.

- BENEGAS, J., PÉREZ DE LANDAZÁBAL, M., & OTERO, J. (2010). Estudio de casos: conocimientos físicos de los estudiantes cuando terminan la escuela secundaria: una advertencia y algunas alternativas. **Revista mexicana de física E**, 56(1), 12-21.
- BRESLOW, R. (1974). Apparatus for teaching physics: Apparent Weightlessness in Free Fall. **The Physics Teacher**, 12(6), 366
- ETKINA, E. (2019). Editorial. Can we teach students to think like scientists while learning science?. **Góndola. Revista de Enseñanza de las Ciencias**, 14(2), 220-223
- GONZÁLEZ - ESPADA, W. J., BIRRIEL, J., & BIRRIEL, I. (2010). Discrepant events: A challenge to students' intuition. **The Physics Teacher**, 48(8), 508-511.
- JIMÉNEZ-TENORIO, N., & OLIVA, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 13(1), 121-136.
- KRUGLAK, H. (1963). Apparatus for teaching physics: Physical Effects of Apparent "Weightlessness". **The Physics Teacher**, 1(1), 34-35.
- MOLINA, R. G. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, 8 (Número extraordinario), 370-392.
- SLIŠKO, J. (2017). Active Physics Learning: Making Possible Students' Cognitive Growth, Positive Emotions and Amazing Creativity. **Scientia in education**, 8 (Special issue), 79-100.
- SLIŠKO, J. & PLANINŠIČ, G. (2010). Hands-on experiences with buoyant-less water. **Physics Education**, 45(3), 292-296.
- YIN, Y., TOMITA, M. K., & SHAVELSON, R. J. (2008). Diagnosing and dealing with student misconceptions: Floating and sinking. **Science scope**, 31(8), 34-39.





FORMAÇÃO ACADÊMICA E AS COMPREENSÕES DE NATUREZA DA CIÊNCIA E DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA DE ALUNOS DE CURSOS DE LICENCIATURA

EDUCATING PRE-SERVICE TEACHERS FROM UNDERSTANDINGS ABOUT THE NATURE OF SCIENCE AND SCIENTIFIC INQUIRY

FORMACIÓN ACADÉMICA A PARTIR DE LAS COMPRENSIONES DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA CON ALUMNOS DE LICENCIATURA

Leticia Manica Granado* , Fernanda Aparecida Meghioratti** 

Cómo citar este artículo: Manica Grando, L. y Meghioratti, F. A. (2021). Formação acadêmica e as compreensões de natureza da ciência e de investigação científica de alunos de cursos de licenciatura. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 46-67. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15425>

Resumo

Este estudo faz parte de uma pesquisa maior, na qual, em um primeiro momento, os estudantes dos últimos anos de diferentes cursos de graduação de uma universidade pública do Oeste do Paraná - Brasil responderam ao questionário VASI - The Views About Scientific Inquiry. De modo geral, verificamos nessa etapa que os estudantes não têm clareza dos aspectos que compreendem uma Investigação Científica. Essa investigação foi complementada por uma entrevista semiestruturada com 19 alunos de seis cursos de diferentes áreas do conhecimento, abordando tanto as questões que apareceram no questionário VASI como outras questões referentes à Formação Científica, Natureza da Ciência e Investigação Científica em diferentes cursos de licenciatura. Nesse artigo, apresentamos as respostas dos estudantes a essas entrevistas. As respostas foram sistematizadas por meio de Análise de Conteúdo. Identificamos que uma quantidade significativa de estudantes reconhece que teve seu primeiro contato científico na graduação. Além de que, os alunos, em geral, compreendem que a profissão cientista, condiz com o trabalho realizado pelos seus professores da graduação. Ainda, alguns estudantes apresentam ideias de que o processo científico vai além das pesquisas realizadas na área estritamente experimental. A maioria dos estudantes considera que uma pesquisa científica começa por um problema ou questão, no entanto, quando se pede para reconhecer uma situação de pesquisa não identifica a presença da questão

Recebido: 18 de octubre de 2019; aprovado: 15 de abril de 2020

* Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Cascavel, Paraná, Brasil. E-mail: letycynhay@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0910-1786>

** Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil. E-mail: fernanda.meghioratti@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5022-9792>

norteando a mesma. Também identificamos dificuldades entre os alunos na distinção entre os termos experimentação e observação. Esses dados indicam que o trabalho explícito, em especial com os aspectos relativos à Investigação Científica, seria importante para a formação dos acadêmicos em diferentes áreas do conhecimento, tanto para o entendimento de seus próprios campos de pesquisa como para sua futura docência.

Palavras-chave: natureza da ciência; investigação científica; ensino de ciências.

Abstract

These results are part of a larger research, in which, at first, senior students from different undergraduate areas of a public university in the West of Paraná – Brazil responded to a VASI - The Views About Scientific Inquiry questionnaire on Scientific Research. Generally speaking, we confirm at this stage that students do not have a clear perception of the aspects that underpin Scientific Research. This research was complemented with a semi-structured interview with 19 students from six courses from various areas of knowledge, covering the questions that appeared in the VASI questionnaire as well as other questions regarding Scientific Training, Nature of Science and Scientific Research in various undergraduate courses. In this article, we show students' responses to those interviews. These responses were systematized through Content Analysis. A considerable number of students said they had their first scientific contact during the undergraduate. Besides that, students generally understand that the scientific profession fits with the work carried out by their undergraduate teachers. Still, some students believe that the scientific process goes beyond research conducted strictly in the experimental area. A large part of the students also believes that scientific research starts from a problem or question, however, when asked to recognize a research situation, they do not identify the presence of the question guiding the investigation. Besides, we distinguish a difficulty among students to contradistinguish between “experimentation” and “observation”. These data indicate that explicit work, in particular with aspects relating to Scientific Research, would be relevant for the training of academics in differentiated areas of knowledge, so much for the understanding of their respective fields of research as for your future teaching.

Keywords: nature of science; scientific research, science teaching.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo establecer una primera visión general de los supuestos freireanos en la producción académica de la educación en ciencia, tecnología y sociedad (CTS) en Brasil, a través del análisis de las principales palabras clave recurrentes y referenciales teóricas de investigadores en el campo. Los trece artículos analizados en la encuesta fueron encontrados en el banco de datos del Grupo CTS y Educación del CEFET / RJ, que reúne 244 artículos sobre CTS, de 1996 a 2016, en 31 revistas. El criterio de selección fue encontrar en el título, resumen o palabras clave de los artículos, términos relacionados a la pedagogía freireana. En un primer momento, estudiamos la Red Social, por medio de las palabras clave y autores citados. Posteriormente se realizó

una lectura analítica en los artículos con el objetivo de identificar cómo los saberes relacionados con el enfoque desde Freire se relacionaron con el enfoque CTS. La discusión realizada en el presente trabajo puede ayudar a la comprensión de cómo los principales campos teóricos de Paulo Freire están representados en el enfoque CTS. Los resultados obtenidos presentaron evidencias que llevan a la necesidad de análisis teóricos más profundos, pero muestran que las interrelaciones entre Freire y CTS se hacen de manera superficial y sin profundización teórica.

Palabras clave: naturaleza de la ciencia; investigación científica; enseñanza de las ciencias.

Introdução

O entendimento de aspectos da Natureza da Ciência e de Investigação Científica deve permear a Educação Básica e o Ensino Superior, uma vez que, uma compreensão crítica da ciência pode levar a ações conscientes na sociedade. Entendemos que alunos de cursos de Ensino Superior têm contato com diferentes formas de fazer pesquisas científicas, o que pode influenciar suas formas de pensar a respeito da Natureza da Ciência e da Investigação Científica. Nesse contexto, buscamos entender as relações entre formação científica e o entendimento dos licenciandos a respeito de Natureza da Ciência e de Investigação Científica. Considerando a importância das compreensões a respeito da ciência tanto para a formação do pesquisador como do professor, nessa pesquisa temos como objetivo investigar as compreensões de Natureza da Ciência e de Investigação Científica de alunos de diferentes cursos de licenciatura bem como essas aprendizagens são suscitadas em seus cursos de formação. A pesquisa faz parte de um estudo maior, desenvolvido de maneira articulada à dissertação de mestrado da primeira autora sob orientação da segunda autora. Nesse estudo mais amplo, em um primeiro momento, os estudantes dos últimos anos de diferentes cursos de graduação de uma universidade pública do Oeste do Paraná do Brasil responderam ao questionário VASI - The Views About Scientific Inquiry (LEDERMAN et al. 2014) a respeito da Investigação Científica.

De modo geral, verificamos nessa etapa que os estudantes não tinham clareza dos aspectos que compreendem, segundo LEDERMAN et al. (2014), uma Investigação Científica. Em um segundo momento, foram realizadas entrevistas com 19 alunos de diferentes cursos de licenciatura, abordando tanto questões que apareceram no questionário VASI (de modo a explicitar e aprofundar elementos das respostas ao questionário) como outras questões referentes à Formação Científica, Natureza da Ciência e Investigação Científica. No artigo aqui apresentado, analisamos as entrevistas desses 19 alunos de modo a responder: Quais compreensões de Natureza da Ciência e de Investigação Científica apresentam alunos de diferentes cursos de licenciatura? Existem diferenças entre as áreas na forma de abordar aspectos da Natureza da Ciência e Investigação Científica? Para contemplar os objetivos da pesquisa, na sequência exploramos o marco teórico da pesquisa, descrevemos os caminhos metodológicos e discutimos os resultados.

2. Marco de referência

A preocupação dos pesquisadores/educadores em compreender as concepções dos aprendentes nos mais variados níveis de ensino, bem como, propiciar uma reflexão em relação a Investigação Científica e Natureza da Ciência ocorre em diversos países (LEDERMAN, 2006; ANTINK-MEYER et al. 2014; GAIGHER, LEDERMAN, LEDERMAN, 2014; LEBLEBICIOGLU et al. 2017; HAMED, RIVERO,

JIMÉNEZ, 2017; AYEMIR et al. 2017; ANGGRA-ENI, ADISENDJAJA, AMPRASTO, 2017; FILHO, ANDRADE, 2019; LEDERMAN et al. 2019).

Muitos pesquisadores tratam a Investigação Científica e a Natureza da Ciência como sinônimos. No entanto, adotamos a distinção realizada por LEDERMAN (2006; 2009), LEDERMAN et al. (2014) e LEDERMAN, LEDERMAN, ANTINK (2013), na qual a Investigação Científica contempla os processos da ciência tradicional bem como engloba aspectos que condizem com as habilidades científicas utilizadas no desenvolvimento de uma pesquisa. Algumas habilidades consideradas pertinentes para uma Investigação Científica são: “observação, inferência, classificação, questionamento, interpretação e análise”. (LEDERMAN, LEDERMAN, ANTINK, 2013, p. 142, tradução nossa). Enquanto a Natureza da Ciência refere-se aos atributos específicos do conhecimento científico, provenientes de como ele é concebido (LEDERMAN, 2006; LEDERMAN et al. 2014).

Os estudos de LEDERMAN et al. (2002) e LEDERMAN, LEDERMAN, ANTINK (2013) expõem que não existe um consenso entre pesquisadores acerca da Natureza da Ciência, mas que é possível destacar alguns atributos para a compreensão da mesma: distinguir entre observação e experimentação; diferenciar lei e teoria científica; perceber que o conhecimento científico é em parte fruto de observações e em parte provindo de explicações; compreender que o conhecimento científico envolve conhecimentos prévios, criatividade e experiências vivenciadas pelos cientistas; reconhecer que a Ciência é diretamente afetada por estruturas de poder (políticas, sociais, culturais e religiosas); entender que o conhecimento científico não pode ser considerado absoluto ou definitivo.

Em relação à Investigação Científica, LEDERMAN et al. (2014) identificam oito aspectos que pessoas consideradas alfabetizadas cientificamente devem compreender: a investigação científica parte de uma questão inicial, mas não necessariamente precisa testar uma hipótese; não existe uma sequência única de etapas a serem realizadas no decorrer

da investigação científica; os procedimentos realizados em uma investigação científica são norteados por uma pergunta; cientistas podem executar procedimentos idênticos e obterem resultados divergentes; os procedimentos de uma investigação podem interferir nos resultados da pesquisa; dados científicos são diferentes de evidências científicas; as considerações de uma pesquisa devem ser coerentes com os dados coletados; a explicação de uma pesquisa tem que ser desenvolvida partindo do conjunto dos dados coletados e o que já se conhece a respeito do tema.

Os autores elaboraram um instrumento de pesquisa relativo a esses oito aspectos, consolidado como The Views About Scientific Inquiry (VASI), o qual consiste em um questionário com sete questões abertas, que busca compreender o processo de alfabetização científica de alunos a partir do 6º ano, sendo aplicado em diversos países (LEDERMAN et al. 2019). No ensino superior, em específico na formação de professores, esse instrumento já foi aplicado na Turquia e seus dados encontram-se nos estudos de BAYKARA, YAKAR, LIU (2018), AYDEMIR et al. (2017).

Existem ainda poucos trabalhos que focalizam na compreensão do que é uma Investigação Científica. PADILLA, PADILLA (1986, p. 5-6) apresentam a compreensão de que os métodos, conteúdos e o transcurso científico, que compreendem a investigação científica, condizem com um “[...] um conjunto de habilidades amplamente transferíveis, fazendo parte de várias disciplinas científicas e que refletem o verdadeiro comportamento dos cientistas”. Essas diferentes habilidades podem ser desenvolvidas no contexto escolar desde que propiciadas por abordagens de ensino adequadas, que auxiliem o aluno na compreensão de como se dá o trabalho dos cientistas e como se procede uma investigação científica (LEDERMAN et al. 2014). Abordagens bem estruturadas, pautadas no conteúdo e nas habilidades dos estudantes, organizadas em torno de uma pergunta bem elaborada que orienta os estudantes a refletirem, levantarem hipóteses, produzirem argumentos, resoluções e

sustentarem suas considerações têm sido consideradas primordiais para aprender assuntos a respeito da ciência (SANMARTÍ, 2002; CRAWFORD, 2014). Uma das abordagens que proporciona uma melhor compreensão tanto em relação ao ensino como do modo de produção da Ciência, por meio de práticas que fazem o uso de analogias com o modo de pensar na ciência, é o Ensino por Investigação, o qual propõe atividades investigativas diversificadas, contendo uma pergunta/problema inicial e a participação ativa de alunos por meio de procedimentos observacionais, experimentais, junção de dados, sondagem de documentos existentes, entre outros (SEVERINO, 2007; CARVALHO, 2013).

Acerca da Natureza da Ciência, torna-se importante identificar a existência de visões descontextualizadas/deformadas nos mais variados níveis de ensino. GIL-PÉREZ et al. (2001) identificam essas deformações a respeito da visão de ciência como: compreensões estereotipadas de cientistas; entendimentos apenas empirista e atóxico de ciência; visão de ciência como exata e imutável; visão ahistórica, na qual o processo percorrido para se chegar ao conhecimento científico não é explicitado; não identificação que o conhecimento pode sofrer remodelações.

Compreendemos que aspectos da Natureza da Ciência e Investigação Científica permeiam os cursos de licenciatura em diferentes áreas do conhecimento e podem promover uma alfabetização científica vinculada a certa formação científica, o que justifica a inclusão de diferentes áreas científicas como nosso objeto de investigação. Assim, buscamos traçar algumas relações entre esses aspectos no trabalho apresentado.

Caminho metodológico

Na primeira etapa da pesquisa participaram, respondendo ao questionário VASI, cujo foco é a compreensão a respeito de Investigação científica, 72 estudantes dos últimos anos de diferentes cursos de licenciatura de uma universidade pública

do Oeste do Paraná – Brasil. Em um segundo momento, de modo a articular aspectos de Investigação Científica, Natureza da Ciência e Formação Científica foi elaborado um roteiro de entrevista semiestruturada contemplando questões do VASI bem como questões adicionais.

Neste trabalho, iremos discutir os dados obtidos mediante as entrevistas semiestruturadas². Foram entrevistados um pouco mais de 20% dos alunos que responderam ao questionário inicial em cada curso, sendo: 2 pertencentes ao curso de Química, 5 de Ciências Biológicas, 2 de Ciências Sociais, 4 de Filosofia (turno matutino e noturno, aqui especificados por serem ambos cursos de licenciatura, mas ofertados em períodos distintos), 4 de Matemática e 2 de Enfermagem. As respostas dos alunos foram codificadas de modo a não expor suas identidades. O código identifica a Letra A (aluno), o número atribuído ao estudante durante as respostas ao questionário (na primeira etapa da pesquisa) e o curso que integra (Q = Química, B = Ciências Biológicas, C = Ciências Sociais, FM = Filosofia Matutino, FN = Filosofia Noturno = FN, M = Matemática, E = Enfermagem). Por exemplo, A11B (aluno 11, curso de Ciências Biológicas). As entrevistas foram gravadas em áudio e transcritas na íntegra para posterior análise. O conjunto de sujeitos de pesquisa se justifica por contemplar diferentes áreas científicas e por serem cursos de licenciatura, em que, os futuros professores poderão emitir, implícita ou explicitamente, compreensões a respeito da Natureza da Ciência e da Investigação Científica, em suas práticas docentes.

O estudo não teve a intenção de realizar uma análise quantitativa dos dados, mas investigar as compreensões que os estudantes apresentam no percurso da sua formação acadêmica, pautado em uma análise qualitativa (SILVEIRA, CÓRDOVA, 2009; GODOY, 1995). A análise contemplou três dimensões: Investigação Científica, Natureza da Ciência e Formação Científica. Ainda que essas

² O conjunto dos estudos realizados pode ser visualizado na dissertação de mestrado da primeira autora, disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/4528>

dimensões se sobreponham em alguns aspectos, já que, por exemplo, os limites entre as compreensões de Investigação Científica e Natureza da Ciência não são tão simples, as dimensões funcionam como eixos que organizam a discussão. Para pensar nessas dimensões da análise, em especial, às compreensões fornecidas pelos acadêmicos acerca de Investigação Científica e Natureza da Ciência, amparamo-nos nos parâmetros estabelecidos por LEDERMAN et al. (2014). Enquanto para avaliar a Formação Científica, buscamos identificar os conhecimentos científicos que o acadêmico traz a partir de diferentes contextos. Assim, cada conjunto de questões foi associado prioritariamente a uma das dimensões da pesquisa, dependendo do objetivo que ela almejava abordar. Nesse artigo, debruçamo-nos nas respostas obtidas por meio das questões (Quadro 1) realizadas ao longo das entrevistas.

Nesse conjunto de questões, as de 01 a 06 foram elaboradas pelas autoras. Enquanto as questões 7 e 8 - já respondidas no questionário inicial com

a aplicação do instrumento VASI de LEDERMAN et al. (2014) - foram recuperadas ao longo da entrevista. Para análise das respostas utilizamos dos pressupostos teóricos e metodológicos da Análise de Conteúdo de BARDIN (2016). Com base nas perguntas criamos unidades temáticas e, posteriormente, subunidades de análise por meio da leitura aprofundada dos dados.

3. Resultados e discussões

Dimensão 1: Formação nas diferentes áreas científicas

Nesta primeira dimensão constam as questões 1, 2, 3 e 5 (Quadro 1), que buscam compreender a trajetória do aluno, sua vivência e contato com o conhecimento científico. Quando os alunos são questionados se conheciam a profissão realizada pelo cientista, a maioria das respostas relacionou a profissão com o trabalho realizado pelos seus professores da graduação e cientistas de sua área, conforme exposto no Quadro 2, no qual também

Quadro 1. Questões da entrevista

Questão	Questões da entrevista semiestruturada	Dimensões
1	Você conhece um cientista? No seu ponto de vista, como os cientistas trabalham? De que maneira eles chegam às suas conclusões?	Formação Científica
2	Durante a sua vida em que momento você teve contato com o conhecimento científico?	Formação Científica
3	Como o conhecimento científico é trabalhado no seu curso de graduação?	Formação Científica
4	O que é Ciência para você?	Natureza da Ciência
5	Como você vê a Ciência na sua área?	Formação Científica
6	A Ciência pode ser considerada verdadeira?	Natureza da Ciência
7	Uma investigação científica deve sempre começar por uma questão? (relacionada à questão 2 do VASI) (DOI: 10.1002/tea.21125)	Investigação Científica
8	Referente à Questão 1 – itens “a” e “b” do questionário VASI de LEDERMAN et al. (2014): 1. Uma pessoa interessada em pássaros olhou para centenas de diferentes tipos de pássaros que comem diferentes tipos de comida. A pessoa notou que pássaros que comem alimentos parecidos tendem a ter o formato do bico parecido. Por exemplo, pássaros que comem nozes com casca dura possuem bicos curtos e fortes e pássaros que comem insetos possuem bicos longos e finos. Ela queria saber se o formato do bico dos pássaros estava relacionado com o tipo de comida que eles comiam e começou a coletar informações para responder essa questão. Ela concluiu que existe uma relação entre o formato do bico e o tipo de comida que os pássaros comem. a. Você considera que a investigação que essa pessoa fez é científica? Por favor, explique sua resposta. b. Você acha que a investigação que essa pessoa fez é um experimento? Por favor, explique sua resposta.	Investigação Científica

Fonte: as autoras.

constam as subunidades de análise que emergiram dos dados e exemplos de falas que remetem a cada uma delas.

Podemos identificar uma quantidade de respostas que compreendem que cientistas são professores, graduandos, mestrandos que realizam pesquisa na universidade (Subunidade 1.1). Por exemplo, o estudante (A15M) de Matemática destaca: “[...] Ele trabalha da seguinte forma, eles dão aula, e no momento em que não estão dando aula, eles estão fazendo pesquisa, estão estudando, estão lendo um livro, no caso da matemática também, desenhando fórmulas, vendo se consegue... sei lá, resolver algum problema do milênio [...]”. Ainda

que a docência esteja relacionada a um trabalho árduo e sistemático de pesquisa, nem sempre um professor realiza uma pesquisa científica autêntica, que vai contribuir para ampliar ou sistematizar os conhecimentos em uma dada área de pesquisa (LEDERMAN et al. 2014). Contudo, essa relação entre pesquisa científica e docência ocorre, pois, os professores universitários, em geral, desempenham atividades de ensino, estudos, pesquisa e/ou extensão entre suas atribuições.

Apesar das compreensões adequadas que aproximam o fazer do cientista no âmbito universitário, também ocorreram respostas não esperadas, por exemplo, um aluno do curso de Filosofia

Quadro 2. Compreensões dos estudantes a respeito do cientista

Dimensão 1 - Formação nas diferentes áreas científicas		
Unidade Temática 1 – Profissão do cientista		
Subunidades de análise	Registro	Exemplos
1.1 Alunos e professores pesquisadores	A4Q; A3B; A1Q; A5C; A10M; A15M; A14M; A11B; A4B; A18B; A8E; A5M; A17B; A10E; A1FM	Conheço vários cientistas, que estão construindo conhecimento científico ali no laboratório mesmo de pesquisa, tem a professora (x), tem a professora (y), Tem a professora (z), que é orientadora de TCC [...] Outros assim, conheço até na universidade, que pesquisam sobre neurociência, essas coisas assim, só que eles não tão muito/ Eu não estou inserida no mundo deles, né”. A3B
1.2 Cientistas renomados	A4C; A4FN; A15M	Acho que um dos mais famosos é Albert Einstein, das ciências sociais eu conheço vários, por exemplo da pesquisa de campo tem outros também [...]. A4C
1.3 Não conhece um cientista	A5FN; A4FM	Não, talvez pela internet, mas nunca conversei com ninguém. A5FN

Fonte: as autoras.

(noturno), A5FN, afirmou não conhecer nenhum cientista presencialmente, somente pela internet, declarando não saber como é realizado o trabalho de cientistas e que gostaria de conhecer um. Outros alunos citaram cientistas e/ou pensadores famosos, por exemplo, o estudante A4FN citou filósofos renomados da sua área “Aristóteles, Platão, Vygotsky, Copérnico, Piaget, Durkheim [...]”. Outro aluno do curso de Ciências Sociais citou como cientista Albert Einstein. Estas, não são compreensões ingênuas de cientista, mas estes poderiam ter citado também os pesquisadores próximos, da própria instituição. Dos quatro alunos do curso de Filosofia (Diurno e Noturno) entrevistados três

tiveram dificuldades em reconhecer a pesquisa como próxima e acontecendo no ambiente universitário. Uma inferência é que estes estudantes por fazerem parte de um curso com ênfase na discussão teórica e obras de autores renomados podem não perceberem que a ciência pode ser produzida por professores e acadêmicos.

Os alunos foram indagados acerca do modo de trabalho de um cientista, a partir de suas respostas emergiram três subunidades, as quais constam no Quadro 3.

Muitos estudantes indicam a forma de trabalho do cientista relacionada a sua área de formação. Um aluno do curso de Ciências Biológicas diz “[...]”

Quadro 3. Compreensões dos estudantes a respeito das formas de trabalho de um cientista

Dimensão 1 - Formação nas diferentes áreas científicas		
Unidade Temática 2 – Formas de trabalho de um cientista		
Subunidades de análise	Registro	Exemplos
2.1 Metodologia com ênfase na indução e experimentação	A3B; A10M; A1Q; A4Q; A8E; A17B	[...] eles trabalham além do rigor científico, com observação, trabalham com.. vamos dizer assim.. Eles fazem experimentação também [...]. A3B
2.2 Conhecimentos prévios como fundamento da pesquisa	A1Q; A11B; A5M; A4FN; A10E; A4FM; A15M; A14M	Eu acredito que os conhecimentos que eles já tenham, os conhecimentos prévios, que os trouxe, a partir deles, eles tentem promover outros conhecimentos, outro tipo de conhecimento, por meio de experimentos, por meio de observações, por meio/ para tentar resolver uma questão, mas partindo do conhecimento que eles já trazem. A1Q
2.3 Diversidade Metodológica	A4Q; A1Q; A5C; A15M; A14M; A10M; A4C; A11B; A4B; A8B; A10E; A5M; A7B; A4FN; A14M; A18B; A5M	Podem ser pesquisas com pessoas ou pesquisas em laboratório, por exemplo. A1Q Observação, coleta de dados, comparação de resultados. A7B

Fonte: as autoras.

Quadro 4. Respostas acerca do primeiro contato com o conhecimento científico e como ele é identificado no curso de graduação

Dimensão 1 - Formação nas diferentes áreas científicas		
Unidade Temática 3 - Contato inicial com o conhecimento científico		
Subunidades	Registro	Exemplos
3.1 Educação Básica	A1Q; A4Q; A11B; A4FM; A4C; A15M; A5FN	<i>[...] desde o ensino fundamental, do ensino médio, e agora como eu gosto mais da área científica eu fui para a filosofia, estudo um pouco mais isso. A4FM</i>
3.2 Graduação	A3B; A4B; A7B; A11B; A18B; A1FM; A4FN; A4C; A5M; A10M; A14M; A8E	<i>Foi na faculdade, algumas disciplinas envolvem pesquisadores renomados, aprendemos que existem várias linhas de pensamento e que nem tudo no mundo tem resposta. A4FN</i>
Unidade Temática 4 - Formas de trabalho do conhecimento científico no curso de graduação		
Subunidades	Registro	Exemplos
4.1 Alguma/s disciplina/s do curso	A1Q; A18B; A4FM; A5FN	<i>Ah a gente tem várias matérias né, que são específicas para isso, história e filosofia da ciência, aí a gente vê bastante também nas disciplinas de teoria e prática, de metodologia de ensino, a gente vê também em algumas disciplinas, aí não me lembro o nome agora, é psicologia de ensino da ciência. A18B</i>
4.2 Disciplinas de todo curso	A4Q; A7B; A10E; A5C	<i>[...] Ele é disseminado em várias áreas e cada área tende a buscar a trabalhar com cada parte dele, tipo a química orgânica vai trabalhar os conceitos científicos da própria química inorgânica, assim como/ mas na verdade todos eles estão conectados com o conhecimento científico [...]. A4Q</i>
4.3 Relacionaram os conhecimentos adquiridos no curso à pensadores e leitura de clássicos	A4FN; A4C	<i>Como eu falei, pelos cientistas mesmo, estudamos eles, dentre eles posso citar Freud, Aristóteles, Platão, Ausubel, tem mais uns que agora não lembro. – A4FN</i>
4.4 Não responde relacionando com o curso de graduação	A1FM	<i>Hummm, bom, bem diferente de quando eu cursava psicologia, porque depois do direito eu fui fazer psicologia, ah, (+) lá de fato busca-se trabalhar um rigor com a pesquisa, né? [...]. – A1FM</i>
4.5 PIBID	A3B	<i>Eu acho que, ao entrar na universidade, foi assim um primeiro contato, mas esse contato, ele foi muito distanciado. A partir do momento em que eu iniciei no PIBID, eu tive um contato maior com o conhecimento em si, a pesquisa científica, os vários tipos de vertentes metodológicas. A3B</i>
4.6 Iniciação científica/ Pesquisa	A5M; A14M; A8E; A3B	<i>Então a gente tem um pouco de contato com o conhecimento científico na graduação, mas a maior parte é na graduação, mas mais iniciação científica que a gente tem a oportunidade de fazer para estar mais próximos de uma investigação científica que o conteúdo da graduação. A5M</i>
4.7 Não foi questionado acerca desta questão	A10E	-

Fonte: as autoras

cientistas que trabalham na parte laboratorial, com exames de microbiologia ou zoologia, botânica, nessas áreas assim.". Algumas das respostas fornecidas pelos acadêmicos foram adequadas ao alegarem que o trabalho do cientista vai além dos afazeres/pesquisas relacionados ao laboratório, consistindo em um trabalho diversificado. É interessante perceber que estes acadêmicos desmistificaram a imagem veiculada, muitas vezes, pela mídia de que um cientista é um homem de jaleco, que vive no laboratório, isolado da comunidade (CHALMERS, 1993). Percebemos, que em geral, estes estudantes contextualizam a prática científica com o trabalho realizado por seus professores e dentro de sua área de formação.

Algumas compreensões que surgiram a respeito de como cientistas chegam às suas considerações nas respostas foram: utilizam seus conhecimentos prévios, seus dados e conhecimentos teóricos de outras pesquisas (Subunidade 2.2); pesquisam em diferentes lugares e com diferentes formas de pesquisa (Subunidade 2.3); realizam observações, comparações e experimentos (Subunidade 2.1). Destacamos que a ênfase apenas na pesquisa indutiva e experimental ainda ocorre com bastante frequência, o que se justifica pelo pensamento estereotipado disseminado a respeito da ciência vinculada a um método científico único amparado na indução (GIL-PÉREZ et al. 2001). Cabe ressaltar, dessa forma, a necessidade de um trabalho em epistemologia da ciência que permita compreender o papel da diversidade metodológica, do conhecimento prévio e outros elementos presentes na Investigação Científica (LEDERMAN et al. 2014) bem como o contexto em que se produz a ciência (LEDERMAN et al. 2002).

As questões 2 e 3 eram respectivamente: "Durante a sua vida em que momento você teve contato com o conhecimento científico?" e "Como o conhecimento científico é trabalhado no seu curso de graduação?". No Quadro 4 é possível identificar quais foram as unidades e subunidades temáticas que emergiram nas respostas fornecidas pelos acadêmicos.

Em relação ao momento em que os estudantes tiveram seu primeiro contato com o conhecimento científico, a maioria declarou ser no seu curso de graduação (Subunidade 3.2), enquanto alguns, afirmaram que foi na Educação Básica (Subunidade 3.1). Percebemos que os alunos não identificam que o conhecimento científico pode ser veiculado e aprendido fora do contexto formal de ensino, como por meio das diferentes mídias e espaços não-formais como por exemplo, os museus.

Quando os alunos foram interrogados a respeito da existência do conhecimento científico em seu curso de graduação, alguns acadêmicos do curso de Química, Ciências Biológicas e Enfermagem declararam que todas as disciplinas do curso abordam o conhecimento científico (subunidade 4.2). Contudo, outros acadêmicos dos cursos de Química, Ciências Biológicas e Filosofia salientam que somente algumas disciplinas do seu curso correlacionam os assuntos estudados com o conhecimento científico (subunidade 4.1). Também foram citados como espaços importantes para o contato com o conhecimento científico os projetos de Iniciação Científica e o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID. Destacamos assim, o papel desses espaços na graduação para o aprofundamento do que é ciência, de como se ensina a mesma e para o desenvolvimento de uma postura crítica diante da sociedade. Nesse sentido, destacamos que o PIBID tem se constituído em um importante espaço de reflexão a respeito da prática docente e das pesquisas realizadas na área de ensino, promovendo a articulação entre teoria e prática (STANZANI, BROIETTI, PASSOS, 2012). Por outro lado, como destaca PINHO (2017), as atividades de Iniciação Científica podem ser pensadas para além da formação de pesquisadores, contribuindo para a formação cidadã, crítica e autônoma. Outro ponto destacado nas respostas dos alunos do curso de Filosofia e Ciências Sociais foi o estudo dos clássicos e da literatura, algo característico da área científica em que eles fazem parte. A leitura dos clássicos, como afirma VIANA (2013) ao falar da Sociologia, remete ao conhecimento

Quadro 5. A ideia de Ciência de estudantes de diferentes cursos

Dimensão 1 - Formação nas diferentes áreas científicas		
Unidade Temática 5 - Visão de ciência relacionada a área de formação		
Subunidades	Registro	Exemplos
5.1 Visão experimental	A1Q; A7B; A10E	<i>Eu vejo ela bem forte na minha área, principalmente porque a nossa área é muito abstrata, então ela precisa de experimentos que vão entrar dentro da ciência, para comprovar ou para demonstrar alguma coisa. A1Q</i>
5.2 Respondem a respeito da prática de ensino em seu curso de graduação	A4Q; A5M	<i>[...] ela poderia ser melhor trabalhada, porque a maioria dos professores que eu tive [...] não conseguem transmitir, não conseguem passar o conhecimento como algo interessante, eles passam como algo robótico [...]. A4Q</i>
5.3 Ciência relacionada às áreas de Educação e/ou Ensino	A3B; A11B	<i>Na minha área de ensino, eu acho que ela busca mais os caminhos que se devem seguir, a construção do conhecimento científico, melhorias para o ensino [...]. A3B</i>
5.4 Conhecimento pedagógico distante da Ciência	A4B	<i>[...] no meu curso [...] licenciatura é mais voltado para o meio do conhecimento pedagógico, essa parte assim, não é tão adentro da parte da Ciência. A4B</i>
5.5 Ciência relacionada à Saúde	A11B	<i>Na minha área [...] é ligado com relações a saúde, com relação a educação e várias áreas que é importante também socialmente então eu acho importante a ciência no meu curso nesta questão e pode ser usado depois também na questão social. A11B [...] a verdade é muito relativa, depende para quem, depende de qual ciência também.</i>
5.6 Verdade como dependente da interpretação de cada área científica	A18B; A4FN	<i>Mas, eu acredito que sim, ela pode ser verdadeira, não estou dizendo que ela é universalmente verdadeira, mas ela pode sim ser verdadeira. E, na minha área eu acho que a Ciência é bastante subjetiva, a biologia ela não é uma coisa exata, não é uma ciência exata, existem muitas teorias contraditórias, muitos fatos, ela é muito ampla e abrangente [...]. A18B</i>
5.7 Conhecimento da construção da Ciência	A5FN	<i>É por quê na Filosofia a gente sempre tá questionando como tudo tá sendo feito, então assim, a Ciência fica em um âmbito como eu disse da Filosofia da Ciência, seria da gente se perguntar como é formado o conhecimento e como que é chegado pra ser uma Ciência. A5FN</i>
5.8 Leitura de clássicos	A4C	<i>Acho que em ciências sociais ela é feita através de literatura e de clássicos, a gente lê os clássicos para tentar entender a nossa realidade [...]. A4C</i>
5.9 Método científico	A5C	<i>[...] como é que você vai conseguir atingir resultados, ou como é que você vai conseguir responder as tuas perguntas dentro desta área senão pelo método científico. A5C</i>
5.10 Lógica	A10M	<i>[...] ela tá pautada no rigor como eu disse anteriormente, né, porque tudo que a matemática faz, ela exige esse rigor, exige essa demonstração, que é por meio da lógica explicar isso. A10M</i>
5.11 Observação	A10E	<i>A observação é uma ferramenta usual do enfermeiro [...]. Então a discussão é perceptível de determinados fatos e se torna muito importante para discutir por exemplo, qual seria o melhor cuidado para determinada patologia [...]. A10E</i>

Fonte: as autoras

do campo de estudo e, devido a profundidade das obras e autores que se mantêm ao longo do tempo, constitui uma fonte de inspiração e material para promover novas discussões.

A questão 5 buscava averiguar as compreensões dos estudantes acerca de como a Ciência é vista na área a qual pertencem (Como você vê a Ciência na sua área?). Ressaltamos, que essa questão foi apresentada na dimensão formação científica, por tangenciar as vivências em seus cursos de graduação, mas que também pode ser considerada na dimensão de análise da Natureza da Ciência. No Quadro 5, podemos identificar as subunidades que emergiram perante as respostas dos participantes. Alguns acadêmicos (por exemplo, A1Q, A7B e A10M) apresentaram uma visão empírica em relação à Ciência, ao afirmarem que a Ciência é útil para a comprovação e/ou demonstração. Acreditamos que isso se deve pela experiência que cada estudante teve durante seu curso de graduação, por exemplo, o estudante do curso de Química tem contato com o meio laboratorial desde o primeiro até o último ano do curso de graduação, o que pode levar a entender que a experimentação é uma forma excepcional de se produzir Ciência. Para LEDERMAN et al. (2014), um experimento se trata de uma situação controlada, que pode auxiliar na elaboração de uma explicação científica. Contudo, nem todas as áreas necessitam ou enfatizam a experimentação na ciência.

Alguns acadêmicos, nessa questão, discutem a prática de ensino em seus cursos de graduação e não esboçam diretamente uma visão a respeito da Ciência em sua área de pesquisa, distanciando-se do objetivo da questão. Por exemplo, um acadêmico do curso de Química expôs que os conhecimentos trabalhados pelos docentes do seu curso são bastante mecanizados e que a Ciência poderia ser mais bem trabalhada. Uma resposta parecida foi declarada pelo estudante A5M do curso de Matemática, ao considerar que as atividades realizadas em seu curso são geralmente abstratas e que não tem uma aplicação prática no seu curso de graduação. Esse tipo de percepção da não significação

de um conteúdo no contexto escolar pode ocorrer quando os conteúdos específicos são trabalhados de maneira distante do seu processo de origem e elaboração (SANMARTÍ, 2002). Ressalta-se aqui a importância de os conhecimentos serem contextualizados e integrados durante os cursos de formação bem como a importância de se explorar atividades investigativas que envolvam os alunos na produção do conhecimento.

Alguns estudantes (A18B; A4FN) forneceram respostas em que estão implícitas que a obtenção da verdade científica depende da área de conhecimento. Ainda que existam diversas formas de fazer pesquisas nas diferentes áreas, essas falas remetem a uma compreensão distante do que se aceita atualmente na epistemologia da ciência, no qual se entende que uma explicação científica depende da linha de fundamentação teórica, sendo um conhecimento dinâmico e provisório, no qual se leva em conta a subjetividade dos cientistas (LEDERMAN et al. 2014; SANMARTÍ, 2002). Isso não quer dizer que o conhecimento científico não seja válido, mas que a Ciência se realiza por aproximações e que o conhecimento produzido é contextual.

O estudante A5FN acredita que no seu curso de graduação a Ciência esteja mais relacionada ao âmbito da Filosofia da Ciência e demonstra entender que a Ciência é uma construção do conhecimento. Enquanto um estudante (A4C) do curso de Ciências Sociais demonstrou a relevância da literatura em seu curso, considerando-a arcabouço para compreender a realidade vivenciada. Isso é condizente com o indicado por VIANA (2013) ao mencionar o estudo dos clássicos como importante ferramenta de reflexão e de fundamentação para a Sociologia. O estudante do curso de Enfermagem (A10E) salientou que a Ciência é diversificada nas áreas do seu curso, relacionando sua resposta à fenomenologia e ao materialismo histórico, o que provavelmente é um conhecimento das correntes filosóficas que o seu curso discorre.

Nessa unidade temática identificamos quais eram as compreensões dos estudantes acerca da Ciência em relação a sua área científica. Percebemos entre

as falas, a presença da visão experimental de Ciência em estudantes de diferentes cursos (Química, Ciências Biológicas e Enfermagem). A presença de falas que remetem a essa visão era esperada, uma vez que, como ressalta GIL-PÉREZ et al. (2001), uma compreensão inadequada comum a respeito da Ciência é de um conhecimento apenas empirista, sem uma ênfase na fundamentação teórica que lhe dá suporte.

Também verificamos que a Ciência relacionada às áreas de Ensino e Educação foi apresentada por estudantes do curso de Ciências Biológicas. Essa é uma postura desejada, pois supera uma visão empírico-indutivista presente, muitas vezes, tanto entre professores formadores como em estudantes de cursos de Ciências Biológicas, como demonstram o estudo de TOBALDINI et al. (2011). Entretanto, a Ciência também foi considerada ao longo das entrevistas como distante do conhecimento pedagógico (estudante de Ciências Biológicas) e como conteúdo trabalhado de forma desinteressante no curso de graduação (estudantes de Química e Matemática).

Dimensão 2: Investigação Científica

Esta dimensão correspondia às questões 7 e 8 da entrevista, vinculada às questões 1 (itens “a” e “b”) e 2 do instrumento VASI (LEDERMAN et al. 2014). O instrumento de pesquisa descrito por LEDERMAN et al. (2014) contempla oito aspectos referentes à compreensão do que é uma investigação científica, como descrito anteriormente. As questões discutidas aqui (1 e 2 do VASI) contemplam especificamente os seguintes aspectos: que uma pesquisa parte de uma questão inicial e que não há um único conjunto de etapas seguidas em todas as investigações, isto é, não há um método científico único. Além disso, incluem a reflexão da diferença entre observação e experimentação.

Em um primeiro momento, buscamos investigar se os estudantes reconhecem que o início de uma pesquisa científica é decorrente de uma questão inicial (Uma investigação científica deve sempre começar por uma questão?). Para esse questionamento emergiram três subunidades apresentadas no Quadro 6.

Na análise desta questão nos pautamos no estudo de LEDERMAN et al. (2014), o qual espera que os estudantes identifiquem que uma investigação científica necessita de uma questão como

Quadro 6. Compreensões dos estudantes acerca do início de uma pesquisa científica

Dimensão 2 - Investigação Científica		
Unidade Temática 6 - Início da pesquisa científica		
Subunidades	Registro	Exemplos
6.1 A pesquisa científica deve partir de uma questão	A5FN; A7B; A3B; A5C; A14M; A4C; A8E; A17B; A10E	<i>[...] a pesquisa científica primordialmente ela quer responder algo, né, ela serve para trazer a resposta para uma inquietação. Como você vai trazer uma resposta a uma inquietação que não existe, né? Você precisa de uma pergunta, de um ponto de partida, e a pergunta é esse ponto de partida. A5C</i>
6.2 A pesquisa científica não precisa começar por uma questão	A4Q; A4FN; A1Q; A5M; A10M; A18B; A4FM; A15M; A11B	<i>[...] ela não precisa ter um problema, você pode estar investigando, por exemplo um problema e você pode descobrir outras coisas acidentalmente na sua investigação, então por exemplo, você está pesquisando A e você está pesquisando vários elementos e descobre B, aí você vai investigar B não porque você tinha problemas, você está investigando B por um acidente, então, a gente tem vários casos disso na história da ciência, então, eu acho que não precisa necessariamente de ter uma questão problema. A4Q</i>
6.3 Resposta não clara	A11B; A4C; A1FM	<i>É, segundo o que eu disse que não, mas eu agora, pensando na pergunta de verdade, acredito que sim, precisa de um problema, aí eu já me contradisse em tudo. A11B</i>

Fonte: as autoras.

ponto de partida (correspondente à questão 2 do VASI). Para LEDERMAN (2009) e LEDERMAN et al. (2014), apesar dos cientistas utilizarem diferentes metodologias para responder uma mesma questão, precisam ser capazes de responder à pergunta inicial colocada. Desse modo, é a pergunta da pesquisa que permite que os sujeitos estabeleçam suas respostas, levantem dados, articulem a fundamentação teórica e disponham de argumentos para justificar suas respostas (LEDERMAN, 2009; LEDERMAN et al. 2014). Assim, a pesquisa se sistematiza e tem início por meio de uma pergunta que orienta os estudos.

Ao menos um estudante de cada curso, exceto do curso de Enfermagem, discordou que uma investigação científica começa com uma pergunta. A seguir, têm-se alguns exemplos de como os estudantes fundamentaram suas ideias: “a questão pode vir com o tempo” (A4FN); “a observação pode levar a essa questão problema” (A1Q); “pode surgir de um senso comum” (A10M); “pode ser algo simples, do dia a dia que pode levar a ter uma pesquisa através disso” (A11B); “Você pode ter só uma, sei lá, hipótese talvez de cara” (A4B); “pode ser só uma curiosidade” (A18B); “a pessoa pode estar fazendo um experimento e no meio desse experimento surgir uma indagação” (A5M). Alguns estudantes forneceram uma resposta não clara, um exemplo, é a compreensão do estudante A1FM ao afirmar “Eu acho que a ciência pode se apropriar do mundo, não que o mundo tenha que ser científico então, o mundo não nasce enquanto ciência. O mundo é mundo antes da ciência, nós que buscamos fazer do mundo, ciência.”. Estes acadêmicos apresentam uma ideia distante da noção de Investigação Científica de LEDERMAN et al. (2014), que ressalta que uma investigação científica deve começar por uma questão que a delimita e estrutura. A investigação científica envolve um questionamento/pergunta que a sistematize, no entanto, a pergunta da pesquisa pode surgir de uma problematização ou fundamentação teórica anterior. Contudo, faltam nessas respostas reconhecer o papel fundamental da pergunta científica

para a sistematização e orientação metodológica da pesquisa, compreendendo que é por meio da explicitação dessa pergunta que se conduzem os procedimentos da pesquisa.

Uma quantidade expressiva de participantes concordou que uma investigação científica começa com uma questão. No entanto, estes alunos quando apresentados a questão 8 tiveram respostas um pouco distintas. Na questão 8 realizamos o questionamento proposto no instrumento VASI de LEDERMAN et al. (2014) para avaliar se os graduandos reconhecem em uma situação problema o papel da questão de pesquisa (item “a”) e que existem diferenças entre observação e experimento (item “b”) na Ciência. Para tanto, foi apresentada a seguinte situação:

1. Uma pessoa interessada em pássaros olhou para centenas de diferentes tipos de pássaros que comem diferentes tipos de comida. A pessoa notou que pássaros que comem alimentos parecidos tendem a ter o formato do bico parecido. Por exemplo, pássaros que comem nozes com casca dura possuem bicos curtos e fortes e pássaros que comem insetos possuem bicos longos e finos. Ele queria saber se o formato do bico dos pássaros estava relacionado com o tipo de comida que eles comiam e começou a coletar informações para responder essa questão. Ele concluiu que existe uma relação entre o formato do bico e o tipo de comida que os pássaros comem.

a. Você considera que a investigação que essa pessoa fez é científica? Por favor, explique sua resposta.

b. Você acha que a investigação que essa pessoa fez é um experimento? Por favor, explique sua resposta. (LEDERMAN et al. 2014).

As compreensões dos estudantes acerca dos itens “a” e “b” constam no Quadro 7.

O estudante A10 do curso de Enfermagem não foi interrogado a respeito do assunto. Identificamos que somente seis alunos conseguiram identificar a questão inicial na situação proposta (Subunidade 7.1), sendo que entre os estudantes de Filosofia e Ciências Sociais esta compreensão não apareceu.

Em contrapartida, 12 estudantes não reconhecem que uma pesquisa científica parte de uma questão inicial (Subunidade 7.2), apesar destes reconhecerem que houve observação (A1Q; A3B; A1FM; A4FM; A5FN; A5C) e coleta de dados (A18B). O rigor científico também foi apontado como imprescindível para dois estudantes (A5FN; A4C), no entanto, estes também não comentam acerca da

questão inicial e das habilidades científicas que uma investigação científica sustenta. Esses dados indicam que é preciso maior clareza a respeito do papel da pergunta científica na condução metodológica da pesquisa, sendo esse um dos aspectos, de acordo com LEDERMAN et al. (2014), que faz parte da compreensão do que é uma Investigação Científica.

Quadro 7. Respostas dos estudantes do que eles entendem como elemento inicial de uma investigação e acerca de uma situação na qual poderia ser explicitada a diferença entre experimento e observação

Dimensão: Investigação Científica		
Unidade Temática 7 – Presença da questão inicial de pesquisa em uma situação problema		
Subunidades	Registro	Exemplos
7.1. A pesquisa científica deve partir de uma questão	A4Q; A4B; A11B; A5M; A14M; A8E	<i>[...] surgiu levantamento de uma questão sobre a qual girou a investigação científica então a partir dessa questão foi feito uma coleta de dados ele não se baseou só naquilo que ele viu mais ele coletou dados das espécies que ele vivenciou né fez a conjectura ação que está descrita e fez a verificação e daí através do estudo dos dados. A5M</i>
7.2. A pesquisa científica não precisa começar por uma questão	A1Q; A3B; A7B; A18B; A1FM; A4FM; A4FN; A5FN; A4C; A5C; A10M; A15M	<i>Porque ela fez uma observação, [...] porque nessa hora que eu estava escrevendo isso aí eu estava pensando até nas pesquisas do Darwin (risos) que ele observava o habitat do animal, o que ele comia, e conforme o alimento, ele tinha uma estrutura, um focinho. [...]. A15M</i>
Unidade Temática 8 – Compreensão da situação problema apresentada		
Subunidades	Registro	Exemplos
8.1 Pesquisa científica com base em observação	A1Q; A3B; A18B; A1FM; A4FM; A5FN; A5C; A7B; A5M; A8E; A15M	<i>Por que ele está fazendo uma observação e tentando estabelecer uma causa e uma justificativa baseado nos tipos de alimentos, mas não seria uma coisa só: Ah, eu acho que é isso, ele estaria realmente vendo o tipo de alimento que o animal come, ele estaria fazendo outras análises que não só o tipo de bico. A3B</i>
8.2 Pesquisa científica com base em hipóteses	A4FN	<i>Acredito que sim, porque como eu disse antes, ele buscou conhecimento por meio de diferentes possibilidades, tinha uma hipótese e é isso que consiste um experimento. A4FN</i>
8.3 Não compreende a distinção entre observação e experimento	A1Q; A4Q; A4B; A7B; A11B; A18B; A1FM; A4FM; A5FN; A4C; A5C; A10M; A14M; A15M; A8E	<i>Bom, eu acho que pode ser um experimento porque houve uma observação, mais rigorosa, uma coleta de dados. A4FM</i>
8.4 Define de forma adequada experimento	A3B	<i>Eu mudaria minha resposta, porque eu acho que um experimento é, você estaria interferindo de alguma forma, você estaria controlando uma situação, estaria controlando, é, tipo, por exemplo, dando outros alimentos pra ver se ele ia conseguir comer aquele alimento, eu acho que isso seria mais uma experimentação, [...] A3B</i>

Fonte: As autoras

O estudante A10 do curso de Enfermagem não foi interrogado a respeito do assunto. Identificamos que somente seis alunos conseguiram identificar a questão inicial na situação proposta (Subunidade 7.1), sendo que entre os estudantes de Filosofia e Ciências Sociais esta compreensão não apareceu. Em contrapartida, 12 estudantes não reconhecem que uma pesquisa científica parte de uma questão inicial (Subunidade 7.2), apesar destes reconhecerem que houve observação (A1Q; A3B; A1FM; A4FM; A5FN; A5C) e coleta de dados (A18B). O rigor científico também foi apontado como imprescindível para dois estudantes (A5FN; A4C), no

entanto, estes também não comentam acerca da questão inicial e das habilidades científicas que uma investigação científica sustenta. Esses dados indicam que é preciso maior clareza a respeito do papel da pergunta científica na condução metodológica da pesquisa, sendo esse um dos aspectos, de acordo com LEDERMAN et al. (2014), que faz parte da compreensão do que é uma Investigação Científica.

Quando os participantes foram questionados se a atividade realizada pelo cientista poderia ser considerada um experimento, somente um estudante do curso de Ciências Biológicas aparentou

Quadro 8. Questionamento realizado aos estudantes: O que é Ciência para você? A Ciência pode ser considerada verdadeira?

Dimensão 03 – Natureza da Ciência		
Unidade Temática 9 – A relação entre Ciência e Verdade		
Subunidades	Registro	Exemplos
9.1 Aproximação da verdade	A1Q; A4Q; A3B; A11B; A7B; A4FM; A5C; A5M; A15M; A8E	[...] eu acho que a ciência pode ser considerada como algo em busca da verdade absoluta, tipo, é apenas [...] uma utopia. A utopia seria a verdade absoluta, mas, a ciência busca a verdade, mas ela não é a verdade em si [...] A ciência não é verdadeira, mas ela busca a verdade. A4Q
9.2 Conhecimento verdadeiro	A3B, A1FM	[...] principalmente pelo fato de conseguir testar várias hipóteses e fazer todos os procedimentos para conseguir provar alguma coisa [...] mas acredito que a ciência pode ser verdadeira sim. A4B
9.3 Verdade depende da área científica	A1FM; A4C; A4FN	Depende da área, acho que em química, física e matemática a ciência seja verdadeira. Já no meu curso acho que não é verdadeira, pois a própria filosofia se considera como a mãe das Ciências, não existem verdades absolutas, mas existe o que cada um pensa. A4FN
9.4. Ciência como construção humana mutável	A4Q; A3B; A11B; A5FN; A14M; A10E; A10M	[...] eu acho que é a construção do conhecimento. A3B
9.5 Ciência como atividade experimental	A4FN	Ela estaria pautada na experimentação e nessa validação, né, desses conhecimentos em áreas diferentes. A10M
9.6 Ciência como resolução de problemas por meio de métodos	A10M	[...] primeiro, para você começar com a ciência tem que ter um problema, e esse problema tem que ser resolvido, e para ser resolvido [...] tem que ter um método que você vai utilizar para chegar nesse fim. Eu acredito que este método seria ciência. A15M
9.5 Ciência como atividade experimental	A4FN	Ela estaria pautada na experimentação e nessa validação, né, desses conhecimentos em áreas diferentes. A10M
9.6 Ciência como resolução de problemas por meio de métodos	A10M	[...] primeiro, para você começar com a ciência tem que ter um problema, e esse problema tem que ser resolvido, e para ser resolvido [...] tem que ter um método que você vai utilizar para chegar nesse fim. Eu acredito que este método seria ciência. A15M

Fonte: As autoras

caracterizar um experimento: "acho que um experimento é, você estaria interferindo de alguma forma, você estaria controlando uma situação, estaria controlando" (A3B). Compreensão esta considerada próxima da apreçoada por LEDERMAN et al. (2014), descrevendo um experimento como um meio no qual ocorre a manipulação das variáveis de forma que o pesquisador possa ter o seu controle. Os demais estudantes não distinguiram experimento de observação, e afirmaram que a atividade realizada pelo cientista é um experimento por inúmeros motivos, tais como: haver observação (por exemplo, A15M); rigorosidade científica (por exemplo, A5FN); hipóteses (A4FN); por ser uma atividade prática (A18B; A4FM); pesquisa de campo (A11B; A5C). Ou seja, podemos identificar que muitos estudantes apresentam uma visão inadequada de experimento, de acordo com LEDERMAN et al. (2014). Além disso, tomando como parâmetro os dados encontrados em estudos de outros pesquisadores (GAIGHER, LEDERMAN, LEDERMAN, 2014; ANGGRAENI, ADISENDJAJA, AMPRASTO, 2017; FILHO, ANDRADE, 2019) podemos concluir que a maioria dos estudantes da Educação Básica também apresenta dificuldades para distinguir um experimento de uma observação.

Na dimensão Investigação Científica, em relação aos aspectos analisados - papel da pergunta de pesquisa e compreensão de um experimento – os dados indicam que os estudantes entrevistados, em geral, não possuem noções adequadas. Segundo LEDERMAN et al. (2014), uma compreensão consistente a respeito de Investigação Científica faz parte da aquisição de uma alfabetização científica, na qual se entende como os especialistas constituem os seus conhecimentos.

Dimensão 3: Natureza da Ciência

A dimensão 3 corresponde às questões 4 e 6 (O que é Ciência para você? A Ciência pode ser considerada verdadeira?) referentes à Natureza da Ciência. Nas respostas dos estudantes emergiu uma unidade temática referente a aproximação ou não

da ciência como verdade e suas subunidades, as quais constam no Quadro 8.

A Ciência como uma aproximação e/ou busca pela verdade foi contemplada na resposta da maior parte dos estudantes entrevistados, sendo que a maioria desses pertencia aos cursos de Ciências Biológicas, Matemática e Química. A Ciência como sendo um conhecimento estritamente verdadeiro foi apontada por dois respondentes, um do curso de Ciências Biológicas e outro do curso de Filosofia (matutino). Cabe ressaltar, que existiram diferentes posicionamentos na Epistemologia da Ciência a respeito da Ciência se aproximar ou não de uma verdade ou ser capaz de ter acesso ao mundo real (CHALMERS, 1993). Contudo, ainda que não se tenha um consenso a respeito de Natureza da Ciência, a Epistemologia da Ciência e o Ensino de Ciências contemporâneos têm destacado a natureza contextual, tentativa e dinâmica da ciência (MATTHEWS, 1994; GIL-PÉREZ et al. 2001; ALCCHIN, 2005). Assim, ainda que parte dos alunos ressaltou a ciência como construção humana mutável e o caráter tentativo da mesma, o que se aproxima de visões mais contemporâneas de Natureza da Ciência, identificamos nos diálogos, muitas vezes, também compreensões estritamente empiristas da Ciência ou que compreendem a Ciência como um conhecimento verdadeiro. Alguns exemplos das compreensões encontradas nessa dimensão da análise são destacados a seguir. Nas falas analisadas, a Ciência foi tratada por estudantes de todos os cursos como sendo uma construção humana, sendo sua característica principal a constante transformação e evolução. Por exemplo, o estudante A3B resalta que a veracidade depende de um tempo histórico: "[...] pode ser que amanhã a gente descubra que seja totalmente diferente, e a gente passe/ os cientistas passem a aceitar aquilo como verdade." Essa é uma ideia adequada, próxima da corroborada por DROESCHER, SILVA (2014).

Um estudante do curso de Filosofia apresentou a compreensão de que a Ciência é uma atividade que necessita da experimentação, conforme pode

ser visto em sua exposição: “Ela estaria pautada na experimentação e nessa validação, né, desses conhecimentos em áreas diferentes.” (A10M). Essa fala se aproxima da ideia de que a ciência apenas é realizada de forma empirista, com ênfase na experimentação e em laboratórios, não sendo uma visão adequada da amplitude dos processos científicos e diversidade metodológica (GIL-PÉREZ et al. 2001; SANMARTÍ, 2002).

A Ciência também foi considerada como um meio científico que busca a resolução de problemas com o auxílio de metodologias por um estudante do curso de Matemática. Além disso, alguns estudantes do curso de Ciências Sociais e Filosofia compreendem que a veracidade da Ciência é dependente da área científica, sendo que para algumas áreas consideradas “exatas” seria possível atingir algo consensual e verdadeiro e para áreas, como a Filosofia, existiria uma diversidade de formas de pensar. Essas falas desconsideram que mesmo as áreas de exatas possuem um caráter mutável, contextual e com divergências (BLOOR, 2009).

4. Considerações finais

No artigo discutimos as respostas dos estudantes em relação às três dimensões, Formação Científica, Investigação Científica e Natureza da Ciência. Procuramos ressaltar a seguir alguns dos aspectos que mais se destacaram na nossa análise.

Na dimensão 1, que estava relacionada à Formação nas diferentes áreas científicas, a maioria dos estudantes dos cursos de Química, Enfermagem e Ciências Biológicas reconhece seus professores como cientistas. Esse dado é importante, pois indica uma percepção de que a ciência é realizada de forma mais próxima a esses estudantes. Contudo, alguns estudantes apenas citam cientistas renomados e metade dos estudantes do curso de Filosofia afirmam não conhecer um cientista. Inferimos que a dificuldade maior dos estudantes do curso de Filosofia em reconhecer os professores e acadêmicos como cientistas possa estar relacionada com

as características da área, por exemplo, focada nos estudos de obras clássicas.

Em relação ao trabalho dos cientistas, surgiram compreensões dos estudantes dos cursos de Química, Enfermagem e Ciências Sociais de que cientistas se pautam em metodologias com envolvimento de experimentação, observação e comparação. Isso nos fez inferir que ainda está muito presente uma visão empírica da Ciência entre esses estudantes. Alguns acadêmicos identificaram que o conhecimento prévio deve ser considerado em uma pesquisa. Além disso, a diversidade metodológica que se aproxima de uma visão mais contextual da ciência foi identificada na fala de estudantes de todos os cursos.

Ainda em relação à Formação Científica, alguns estudantes identificaram o contato inicial com a Ciência na Educação Básica. Enquanto outros destacam que seu contato inicial com o conhecimento científico ocorreu na graduação. No entanto, outros espaços de veiculação do conhecimento científico não foram indicados pelos alunos, evidenciando a falta da percepção dos meios de divulgação científica e outros espaços não-formais no processo de constituição da formação científica do indivíduo.

Em relação a forma como os conhecimentos científicos são abordados em seus cursos de graduação, a maioria dos acadêmicos reconhece que algumas disciplinas do seu curso acentuam o acesso à Ciência. Foi também destacada a importância de outros espaços, como o PIBID e a Iniciação Científica, para o acesso às diversas formas de pesquisa. Quanto à articulação entre a visão de Ciência e a área de estudo, percebemos algumas aproximações das respostas dos estudantes com características que são valorizadas em suas áreas, por exemplo, o destaque da lógica na resposta de um aluno do curso de Matemática e a ênfase nos clássicos no curso de Ciências Sociais. Desse modo, ainda que o estudo seja restrito, temos alguns indicativos que os diferentes caminhos teóricos e formativos dos cursos podem impactar na compreensão do que é Ciência.

A dimensão 2 tratava da Investigação Científica e de como ela se inicia pela sistematização de uma questão de pesquisa. Nessa dimensão, emergiram respostas que compreendiam que uma questão inicial é necessária para o desenvolvimento de uma Investigação Científica, bem como, respostas que não enfatizavam essa importância. Os estudantes que comentaram que a Investigação Científica não precisa necessariamente iniciar por uma questão científica, comentaram que ela pode ser realizada por experimento, observação, ao acaso, a partir do senso comum, da curiosidade, etc. Essas compreensões se distanciam da fundamentação teórica adotada (LEDERMAN et al. 2014), já que não contempla o papel da questão de pesquisa na organização metodológica, nos procedimentos a serem adotados e na articulação com o referencial teórico. A dificuldade no reconhecimento do papel da questão de pesquisa em um processo investigativo também ocorreu quando os alunos foram instigados a avaliar uma situação de pesquisa e os procedimentos metodológicos seguidos na mesma. Desse modo, compreendemos que seria importante que os cursos, respeitadas suas áreas formativas, fizessem reflexões a respeito do trabalho do cientista e do processo investigativo da ciência, uma vez que, essa compreensão é base para um processo de alfabetização científica e para o entendimento de suas próprias áreas de pesquisas.

Na situação de pesquisa apresentada durante as entrevistas, com base no instrumento VASI, os estudantes deveriam reconhecer que se tratava de uma pesquisa com características de observações sistemáticas de campo, diferenciando atividades apenas observacionais de pesquisas experimentais. Apenas um estudante delimita o que é uma pesquisa experimental de forma adequada. Isso indica que aspectos epistemológicos e a compreensão do fazer ciência devem ser explorados em cursos de diferentes áreas, uma vez que, a compreensão de ciência irá interferir na docência futura desses licenciandos bem como na sua alfabetização científica.

Na dimensão 3 buscamos tratar de assuntos

correlacionados à Natureza da Ciência. Identificamos que a maioria dos estudantes entende que a Ciência se aproxima/busca pela verdade, sendo que dois respondentes a compreenderam como conhecimento verdadeiro e outros dois alunos, que ela pode ser verdadeira de acordo com a área de pesquisa. O entendimento contextual da ciência e que ela é tentativa corresponde a visões contemporâneas da Epistemologia da Ciência. Nesse contexto, a Ciência também foi vista, de forma adequada, como construção humana mutável, por parte dos estudantes.

Em relação à Formação Científica, Natureza da Ciência e Investigação Científica, de modo geral, identificamos uma dificuldade comum entre os cursos na compreensão de Investigação Científica, uma vez que, os alunos (com exceção de um) não conseguiram diferenciar observações de experimentos nos processos científicos. Também se faz notória a presença de uma visão empirista da Ciência. Desse modo, cabe ressaltar a importância de cursos de diferentes áreas explorarem aspectos da ciência, de modo que os futuros docentes possam trabalhar com imagens mais adequadas da ciência em suas práticas de ensino.

Apesar das dificuldades comuns entre os cursos, notamos nas falas dos estudantes que estes remetem às características de suas áreas formativas em diferentes momentos da entrevista, indicando que essas características podem impactar em suas compreensões de Ciência. Isso é colocado em evidência quando um estudante de Ciências Sociais considera a literatura um meio de conhecer a realidade, dando ênfase ao modo de fazer Ciência na sua área. Ou ainda, quando um estudante de Matemática dá ênfase ao aspecto lógico da Ciência em sua área de formação. Ou quando um estudante de Enfermagem destaca o aspecto observacional de sua profissão, o que é compreensível já que nas áreas da saúde o estudo de casos, com características individualizadas, com ênfase na observação do paciente é comum. Isso indica que existem diferenças nas compreensões e abordagens da Ciência nos cursos de formação.

Entendemos que o estudo permitiu ressaltar alguns aspectos da complexa relação entre Natureza da Ciência, Investigação Científica e Formação Científica. Contudo, destacamos que são necessários outros estudos que ajudem a elucidar esses aspectos, contemplando análises curriculares, entrevistas com docentes, ampliação do número de alunos e universidades investigadas. Esses estudos são fundamentais para refletir acerca de como os diferentes cursos de licenciaturas estão preparando futuros profissionais que irão, direta ou indiretamente, trabalhar com visões de Ciência em sua prática de ensino.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

5. Referências

- ALCCHIN, D. **Teaching the nature of Science: Perspectives e resources**. SHiPS Education Press. Minnessota: USA, 2005.
- ANTINK-MEYER, A.; BARTOS, S.; LEDERMAN, J. S.; LEDERMAN, N. G. Using Science Camps to Develop Understandings About Scientific Inquiry—Taiwanese Students – In: **International Journal of Science and Mathematics Education, Springer Netherlands**, v. 14, n. 1, pp. 29-53. 2014. DOI: 10.1007/s10763-014-9576-3
- ANGGRAENI, N.; ADISENDJAJA, Y. H.; AMPRASANTO, A. A. Profile of High School Students' Understanding of Scientific Inquiry. International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE). **Journal of Physics: Conf. Series**, v. 895, pp. 1-5. 2017. DOI: 10.1088/1742-6596/895/1/012138
- AYDEMIR, S.; UGRAS, M.; CAMBAY, O.; KILIC, A. Prospective Pre-School Teachers' Views on the Nature of Science and Scientific Inquiry. **Üniversitepark Bülten**, Copyright, v. 6, n. 2, pp. 74-87. 2017. DOI: 10.22521/unibulletin.2017.62.6
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 1977.
- BAYKARA, H.; YAKAR, Z.; LIU, S. Preservice science teachers' views about scientific inquiry. **European Journal of Education Studies**, v. 4, n. 10, pp. 128-143. 2018. DOI: 10.5281/zenodo.1311801
- BELL, R. L.; BLAIR, L. M., CRAWFORD, B. A., LEDERMAN, N. G. Just Do It? Impact of a Science Apprenticeship Program on High School Students' Understandings of the Nature of Science and Scientific Inquiry. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 5, pp. 487-509. 2003. DOI: 10.1002/tea.10086
- Bloor, D. **Conhecimento e imaginário social**. São Paulo: Editora Unesp, 2009.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1. ed. Cengage Learning. São Paulo: Brasil, 2013.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** Brasiliense. São Paulo: Brasil, 1993.
- CRAWFORD, B. A. From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In: LEDERMAN, N. G., & ABELL, S. K. (Ed.). **Handbook of Research on Science Education**, Routledge, v. 2. 2014. DOI: 10.4324/9780203097267.ch26
- DROESCHER, F. D.; SILVA, E. L. O pesquisador e a produção científica. **Perspectivas em Ciência da Informação** [online], Belo Horizonte, v. 19, n. 1, pp. 170-189. 2014. ISSN 1981-5344. DOI: 10.1590/S1413-9936201400010 0011
- FILHO, F. B.; ANDRADE, M. A. B. S. Noções de Estudantes a respeito dos Aspectos da Natureza da Ciência e de uma Investigação Científica. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis (Brasil), v. 12, n. 1, pp. 303-330. 2019. DOI: 10.5007/1982-5153.2012v12n1 p303
- GAIGHER, E.; LEDERMAN, N.; LEDERMAN, J. Knowledge about inquiry: A study in South

- African high schools, **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 18, pp. 3125-3147. 2014. DOI: 10.1080/09500693.2014.954156
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do conhecimento científico. **Ciência & Educação**, Bauru (Brasil), v. 7, n. 2, pp. 125-153. 2001. DOI: 10.1590/S1516-73132001000200001
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo (Brasil), v. 35, n. 2, p. 57-63. 1995. DOI: 10.1590/S0034-75901995000200008
- LEBLEBICIOGLU, G.; METIN, D.; CAPKINOGLU, E.; CETIN, P. S.; DOGAN, E.; SCHWARTZ, R. Changes in Students' Views about Nature of Scientific Inquiry at a Science Camp. **Science & Education**, v. 26, pp. 889-917. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9941-z>
- LEDERMAN, J. S. Teaching scientific inquiry: Exploration, directed, guided, and opened-ended levels. In: **Best Practices and Research Base**. Washington: National Geographic Science, 2009.
- LEDERMAN, J.; LEDERMAN, N.; BARTELS, S.; JIMENEZ, J.; AKUBO, M.; ALY, S.; ... ZHOU, Q. An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 56, n. 4, pp. 486-515. 2019. DOI: 10.1002/tea.21512
- LEDERMAN, N. G. Research on nature of science: Reflections on the past, anticipations of the future. Asia-Pacific Forum on **Science Learning and Teaching**, v. 7, n. 1, s/p. 2006.
- LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. In: FRASER, B. J.; TOBIN, J. K.; MICROBBIE, C. (Ed.). **Second International Handbook of Science Education**, Springer International Handbooks of Education, v. 24, cap. 24, pp. 335-358. 2012. DOI: 10.1007/978-1-4020-9041-7_24
- LEDERMAN, J. S.; LEDERMAN, N. G.; BARTOS, S. A.; BARTELS, S. L.; MEYER, A. A.; SCHWARTZ, R. S. Meaningful Assessment of Learners' Understandings About Scientific Inquiry—The Views About Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 51, n. 1, pp. 65-83. 2014. DOI: 10.1002/tea.21125
- LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S.; ANTINK, A. Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy. In: **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)**, v. 1, n. 3, pp. 138-147. 2013.
- MATTHEWS, M. R. **Science teaching: The role of history and philosophy of science**. Routledge. New York: USA, 1994.
- SANMARTÍ, N. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. **Síntesis Educación**. Madrid: Espanha, 2002.
- SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. Cortez. São Paulo: Brasil, 2007.
- SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E. SILVEIRA, D. T. (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, Cap. 2, pp. 31-42. 2009.
- STANZANI, E. L.; BROIETTI, F. C. D.; PASSOS, M. M. As Contribuições do PIBID ao Processo de Formação Inicial de Professores de Química. **Química nova na escola**, v. 34, n. 4, pp. 210-219. 2012.
- PADILLA, M.; PADILLA, R. **Thinking in science: The science process skills**. Universidade da Georgia (ERIC Document Reproduction Service). Atenas: Grécia, 1986.
- PINHO, M. J. Ciência e ensino: contribuições da iniciação científica na educação superior. **Avaliação, Campinas**; Sorocaba (Brasil), v. 22, n. 3, pp. 658-675. 2017. DOI: 10.1590/

S1414-40772017000300005

TOBALDINI, B. G.; CASTRO, L. P. V.; JUSTINA, L. A. D.; MEGLIORATTI, F. A. Aspectos sobre a natureza da ciência apresentados por alunos e professores de licenciatura em ciências biológicas. **REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 3, pp. 457-480. 2011.

VIANA, N. S. Os autores clássicos da sociologia no ensino superior. **Revista Contrapontos - Eletrônica**, v. 13, n. 2, pp. 140-145. 2013. DOI: 10.14210/contrapontos.v13n2.p140-145





PRÁTICAS DE PROFESSORES COM ABORDAGENS INVESTIGATIVAS

TEACHER'S PRACTICES WITH INVESTIGATIVE APPROACHES

PRÁCTICAS DE PROFESORES CON ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN

Maria da Conceição Barbosa Lima* , Deise Miranda Vianna** 

Cómo citar este artículo: Barbosa Lima, M. C. y Vianna. (2021). Práticas de professores com abordagens investigativas. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 68-77. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15579>

Resumo

Nossa principal pergunta é se é possível empregar a abordagem didática do ensino por investigação em quaisquer ênfases do ensino de Física trabalhados pelos professores, seja teoricamente, em sala de aula, ou em laboratório, durante as aulas. Para respondermos a tal questão, debatemos com os professores durante suas formações iniciais e continuadas, diferentes ênfases de ensino, sempre ressaltando que em quaisquer delas o Ensino por Investigação é uma possibilidade de abordagem didática. Para o Ensino Fundamental e o Médio, consideramos como ênfases de ensino de Física, tanto teóricas, quanto experimentais, abordagens da História da Ciência; relações entre Ciência e Arte, como também em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); questões de Inclusão Escolar; relações com o Meio Ambiente; atividades de Divulgação Científica, como por exemplo, a organização de visitas a museus, entre outras. Cada estudante tem sob sua responsabilidade preparar materiais ao longo do curso ministrado na Universidade, considerando as diferentes ênfases de ensino de Física, mas obrigatoriamente fazendo o uso de atividades por investigação. Consideramos que, com este tipo de formação inicial, oferecemos aos licenciandos condições de ter, quando formados, alternativas para atuar no mercado de trabalho de maneira diferenciada ao ensino tradicional, que até hoje temos nas escolas brasileiras, mas não nos limitamos à formação inicial. Pesquisas de mestrado e doutorado têm sido orientadas, tendo como tema questões que envolvem o ensino por investigação. Estas práticas vêm sendo desenvolvidas nos Institutos de Física das Instituições de Ensino Superior: UFRJ e UERJ, assim como no Programa de pós-graduação em Biociência e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz.

Palavras Chaves: ensino por investigação; ensino médio e fundamental; formação de professores; formação continuada.

Recebido: 20 de novembro de 2019; aprovado: 17 de abril de 2020

* Universidade do Estado do Rio de Janeiro. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1290-0060>

** Professor Associado Instituto de física Universidade Federal do Rio de Janeiro. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5846-0841>

Abstract

Our main question is whether it is possible to implement the didactic approach of teaching by research in any emphases of physics teaching worked by teachers, either theoretically, in the classroom, or at the laboratory during class. To answer this question, we discussed with teachers during their initial and continuing training, different emphases of teaching, always emphasizing that in any of them the Teaching by Research is a possibility of didactic approach. For Elementary and High School, we consider as theoretical and experimental physics teaching emphases approaches to the History of Science; relations between science and art, as well as in science, technology, and society (STS); school inclusion issues; relations with the environment; Scientific Dissemination activities, such as the organization of visits to museums, among others. Each student is responsible for preparing materials throughout the course taught at the University, considering the different emphases of teaching physics, but compulsorily making use of research activities. We consider that with this type of initial education, we offer graduates conditions to have, when graduated, alternatives to work in the labor market differently from traditional education, which we still have in Brazilian schools, but we are not limited to initial education. Masters and doctoral researches have been oriented about issues involving research teaching. These practices have been developed in the Physics Institutes of Higher Education Institutions: UFRJ and UERJ, as well as in the Oswaldo Cruz Institute's Bioscience and Health Graduate Program

Keywords: continuous training; teacher training; team training; secondary education; university teaching

Resumen

Nuestra pregunta principal es si existe la posibilidad de emplear el enfoque didáctico de la enseñanza por investigación para ciertos énfasis de la enseñanza de la física trabajada por profesores durante la clase, sea teóricamente, en aula o en laboratorio. Para responder a esta pregunta, discutimos con los maestros diferentes énfasis de la enseñanza durante su capacitación inicial y continuada, enfatizando que, en cualquiera de estas, la Enseñanza por Investigación es un posible enfoque didáctico. Para la escuela primaria y secundaria, consideramos que la enseñanza de la Física Teórica y Experimental enfatiza los enfoques de la Historia de la Ciencia; relaciones entre Ciencia y Arte, así como en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS); problemas de inclusión escolar; relaciones con el Medio Ambiente; actividades de divulgación científica, la organización de visitas a museos, entre otras. Cada estudiante es responsable de preparar los materiales a lo largo del curso impartido en la Universidad, bajo los diferentes énfasis de la enseñanza de la física, haciendo uso obligatorio de las actividades de Investigación. Consideramos que, con este tipo de capacitación inicial, ofrecemos alternativas a los y las estudiantes al momento de

graduarse y trabajar en el mercado laboral de manera alternativa a la educación tradicional, que todavía tenemos en las escuelas brasileñas. Pero, no estamos limitados a la formación inicial, investigaciones de maestría y doctorado se han orientado sobre temas relacionados con la enseñanza de la investigación. Estas prácticas se han desarrollado en los Institutos de Física de las Instituciones de Educación Superior: UFRJ y UERJ, así como en el Programa de Postgrado en Biociencia y Salud del Instituto Oswaldo Cruz.

Palabras clave: formación continua; formación de profesores; enseñanza secundaria; enseñanza superior; enseñanza en equipo.

1. Introdução

Em quase todas as escolas da rede de ensino do nosso país, seja pública ou particular, em qualquer nível de ensino, observamos a conservação arquitetônica na disposição de carteiras, sempre da mesma forma: fileiras com alunos sentados um atrás do outro, de maneira que qualquer interação entre eles fica dificultada, posto que só a figura do professor tem destaque, podendo ser visto por todos, na frente da sala. Este arranjo no interior das salas de aulas permanece já há muito tempo, no mínimo desde a existência do que era chamado primário ou secundário. Além disso, as turmas são organizadas de acordo com a faixa etária dos alunos e/ou segundo seus rendimentos escolares em anos anteriores. Nunca observamos qualquer mudança nessa estrutura, a não ser em escolas experimentais, como por exemplo, as que seguem a teoria de Maria Montessori. Assim como em quase todas as disciplinas, o professor “fala” e/ou escreve no quadro (que hoje não é mais negro) e os alunos copiam, sem o direito de dar um pio sequer, mesmo que seja para sanar dúvidas. Aliás, hoje os professores “inovam” fazendo seus slides para powerpoint ou usando telas “inteligentes” mas os alunos continuam copiando.

Inclusive, o mercado, seja o de papelaria ou o editorial, reforça a continuidade da situação. São os mesmos cadernos, apenas com mudanças de modelos de capas, para que sejam adequados aos interesses dos jovens. Os livros também são os mesmos, muitas vezes travestidos de “apostilas” ou “slides”, oferecem exercícios resolvidos como exemplo, para a seguir listar outros tantos exercícios, sendo que, para solucionar vários deles, os exemplos

dados são insuficientes. Muitos colocam figuras e até histórias em quadrinhos, mas retiradas de outros textos ou provas de vestibulares. (Souza e Vianna, 2020)

E o que mudou? Conteúdos? Metodologias? Quase nada, segundo Krasilchick (1987 e 1996), que comenta como a tendência positivista destacada na década de 50 dos anos 1900 permanece inalterada.

A pesquisa em ensino de Física inicia-se oficialmente no Brasil na década de 70 do século passado (CASTIBLANCO e NARDI, 2015). Desde então, muitas propostas de ensino, com aplicação de materiais didáticos e verificação da aprendizagem em sala de aula, formam um acervo grandioso, com propostas exequíveis. Mas como os professores têm acesso a estas novidades? As revistas e trabalhos em eventos brasileiros, principalmente, estão hoje on line, com acesso facilitado a qualquer um, seja professor, aluno de licenciatura, até mesmo alunos da educação do ensino secundário e fundamental. Há sugestões com avaliação de aplicações em sala de aula, que podem ser facilmente reproduzidas, ou servirem de exemplos para outros docentes. Mas temos que reconhecer que a pressão que nossos professores sofrem por parte dos sistema educacional é muito forte: baixos salários, turmas cheias e, principalmente, carga horária de aulas muito elevadas, porque para ter uma vida minimamente digna, necessitam, muitas vezes, ministrar aulas em várias instituições, não importando se da mesma rede de ensino ou não, ou seja o mesmo professor pode ministrar aulas na rede pública na parte da manhã e na rede privada nos períodos da tarde e noite. Disponibilidade remunerada para sua própria preparação ainda é um luxo reservado a poucos,

muito poucos. Então, o professor permanece no status quo do século passado, a despeito da tecnologia que está posta a seu serviço, fazendo pouco uso destes novos recursos, mais interativos.

Neste trabalho mostramos algumas intervenções realizadas por nossos colaboradores tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio utilizando a sequência didática investigativa.

Alguns usam a arte, como maquetes ou histórias em quadrinhos para aproximarem-se dos estudantes, outros aplicam TICs e outro ainda trazem para a sala de aula, através da ênfase CTS, a discussão da geração de energia elétrica.

2. Como as atividades investigativas podem mudar a sala de aula

Se desejamos ensinar ciência de uma maneira mais interativa e em equipe, precisamos relacionar este ensino com a prática de fazer ciência (LATOURET, 2000).

O ensino investigativo, embora esteja distante da ideia de formar pequenos cientistas, permite que o corpo discente atue e proceda quase da mesma forma que numa investigação científica real. Posto que precisa elaborar hipótese, argumentar sobre elas, discutir com os colegas e enfrentar as controvérsias, de tal forma que chegue a uma melhor resposta e que esta seja cientificamente correta.

O Ensino por Investigação é uma abordagem didática que tenta estabelecer a relação entre o conhecimento pré-existente do aluno com o conhecimento científico, tirando-o da passividade e colocando-o como promotor da construção de seu conhecimento, através de investigações na sala de aula (SOUZA e VIANNA, 2019,p.2).

Cabe ao professor colocar boas perguntas, mas que sejam de resolução factível por seus alunos, e acompanhar o desenvolvimento do raciocínio dos estudantes. Para que a atividade investigativa tenha êxito, é necessário que o professor estimule seus alunos a falar e a trabalhar de maneira cooperativa e colaborativa.

Verificamos que a atividade didática por investigação

possibilita a chegada do estudante, com maior autonomia, a uma alfabetização científica, quando os participantes se desprendem de uma estrutura formal, procurando estabelecer relações (SASSERON e CARVALHO, 2008; CARVALHO e SASSERON, 2018)

Em um trabalho de Correia e Vianna (2019), encontramos a aplicação da ênfase Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), também realizada no Ensino Médio, utilizando o Método das Atividades Investigativas para problematizar a conversão da energia solar em energia elétrica. Os autores realizaram várias discussões sobre o tema para:

levar o estudante a participar de maneira mais ativa, visando sua formação cidadã e o desenvolvimento de um olhar mais crítico para o mundo, ou seja, trabalhamos a capacidade dos alunos de discutir informações, refletirem sobre os malefícios e benefícios e se posicionarem criticamente em relação ao tema, contribuindo assim com sua Alfabetização Científica (CORREIA e VIANNA, 2019, p.1).

A ênfase CTS pode ser caracterizada, segundo Aikenhead (2009):

[...] os cidadãos terão de clarificar os valores inerentes a uma decisão científica, incluindo os valores da ciência pública e privada que orientaram essa decisão (Binglo e Gaskell, 1994; Holton, 1978). Além disso, um público informado (1) será sensível entre o estreitamento entre a investigação básica e a sua implementação comercial; (2) terá suficiente conhecimento da ciência e da tecnologia para apreciar as convenções comunicacionais da ciência, os seus pressupostos, as suas crenças fundamentais, as suas convenções e o seu carácter humano; (3) apreciará as formas como a ciência e a tecnologia influenciam a política governamental a nível nacional no que diz respeito ao crescimento económico, e a nível internacional, no que toca ao acesso negociado ao conhecimento científico e tecnológico detido por corporações internacionais e super-poderes nacionais. (p.21)

O desenvolvimento das atividades que apresentaremos a seguir estão incorporando em seus conteúdos didáticos à abordagem CTS com uma metodologia para os alunos, propondo atividades investigativas.

3. O que já foi realizado

Apresentamos alguns exemplos de trabalhos já realizados e orientados por professoras de duas universidades públicas, a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), baseados em atividades investigativas dentro das abordagens anteriormente relacionadas.

Apesar de a Física não ser uma disciplina que conste do currículo regular do Ensino Fundamental, devemos considerar que ela é uma disciplina que estimula pensamentos e raciocínios abstratos, e principalmente, a construção da argumentação científica.

Sendo assim, comentamos um trabalho baseado em atividades investigativas para o Ensino Fundamental, realizado por Monteiro, Hallais e Barbosa-Lima (2019), que descreve uma oficina para professores de alunos com deficiências visuais, apoiada na contação de uma história infantil intitulada Benjamin, o curioso. Onde uma das atividades é fazer uma gangorra ficar equilibrada, como mostrado na figura 1. O papel das aulas de Ciências é proporcionar aos alunos situações que estimulem e motivem o desenvolvimento físico e intelectual de maneira que se inicia o processo de alfabetização científica, através de atividades com situação-problema e experimentos investigativos com o objetivo de desenvolver o raciocínio, a comunicação e a capacidade de argumentar



Fig. 1. Gangorra.

Fonte: Monteiro, Hallais e Barbosa Lima (2019).

e discutir as soluções encontradas (MONTEIRO, HALLAIS e BARBOSA-LIMA, 2019, p.3).

Ao iniciar este processo na fase infantil, cria-se possibilidades de promover uma qualidade de ensino em que o aluno será capaz de compreender o mundo à sua volta, posto que é um período da vida em que os conceitos básicos, os de Ciências, também, acerca do mundo em que vivem começam a ser construídos.

Como no parágrafo acima estamos nos referindo a alunos com deficiência visual, é conveniente lembrar que promover o ensino de Física para alunos videntes e normovisuais, em condições igualitárias e adequadas, melhora o ensino de todos os alunos (CAMARGO, 2012; TATO 2016). Além disso, contribui para a sua formação cidadã, como é solicitado pela legislação brasileira. Na lógica da inclusão, as diferenças individuais são reconhecidas e aceitas. Nessa abordagem, todos os alunos, com ou sem deficiência, participam efetivamente do processo de aprendizagem e de seu progresso.

O professor precisa reconhecer a importância da Física, para a formação integral de seus alunos, dando-lhes condições para prosseguir em quaisquer estudos posteriores que desejar, além, naturalmente, das informações que lhes favorecerá a formação cidadã crítica, no que diz respeito à Ciência e à Tecnologia.

De fato, como afirmam Alves, Quintanilha e Barbosa-Lima:

(...) a inclusão de alunos deficientes visuais em salas de aulas regulares exige adaptações, algumas vezes trabalhosas, que podem até em algum momento romper com a rotina escolar. Entretanto, esses recursos são fundamentais para que o aluno deficiente visual alcance condições de acessibilidade de informações em igualdade e equidade com todos os alunos sem deficiência. Nesse contexto, fica ainda mais evidente a responsabilidade e o compromisso do professor de Física em proporcionar condições adaptadas que permitam a construção do conhecimento por parte do seu aluno. (2019)

Quintanilha e Barbosa-Lima (2019) afirmam que, em geral, o ensino de Física é tradicionalista e na

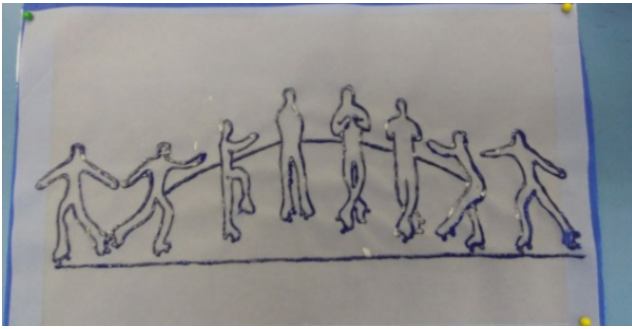


Fig. 2. Bidimensional do salto Axel.

Fonte: Quintanilha e Barbosa Lima, 2019.

maioria das escolas, ainda se apresenta com uma ênfase exclusivista. É raro encontrar alunos com deficiência visual em uma classe de Física junto com alunos normovisuais. Então, com o intuito de tornar o ensino desta ciência inclusivo e lúdico para todos os alunos, este trabalho propôs mostrar uma pesquisa em que o salto Axel, considerado o mais importante para os atletas da patinação artística, sendo elemento obrigatório nos programas de duração curta. Foi construído um material bi (figura 2) e outro tridimensional (figura 3), representando um atleta executando o referido salto, o que permitiu uma aproximação dos alunos durante as aulas de Física. O objetivo foi, através deste material didático, instigar os alunos da turma, fossem eles deficientes visuais ou normovisuais, para elaborarem, através da visão, quando possível, e do tato, os conceitos de movimento parabólico e do centro de massa do atleta, chegando a tornar a aula de Física efetivamente inclusiva com uma abordagem lúdica, a partir da patinação artística.



Fig. 3. Tridimensional do salto Axel.

Fonte: Quintanilha e Barbosa Lima, 2019.

Em relação ao projeto Física em Quadrinhos, desenvolvido por Souza desde 2012, são desenvolvidas várias tirinhas para o ensino de óptica em que são apresentadas situações do cotidiano para que os estudantes do Ensino Médio, ou licenciandos e até mesmo professores em serviço, que participam ou participaram das diversas oficinas ministradas pelo autor, são instigados a discutir em grupos, preferencialmente heterogêneos, como mostrado na figura 4, cada tirinha com questões abertas elaboradas por Souza, exemplificada na figura 5.



Fig. 4. Oficina com alunos trabalhando as questões da Física em Quadrinhos. Fonte: Souza (2017).

Durante a oficina realizada no SNEF de 2017, Souza e Vianna, o responsável, Souza, re-elaborou sua prática, deixando aos participantes a responsabilidade de formular as perguntas adequadas a partir de cada quadrinho. No trabalho apresentado em 2019, Souza e Vianna concluíram que os quadrinhos podem ser ferramentas críticas de ensino, indo além de meras ilustrações, se usados corretamente, a ferramentas que possibilitam o ensino por investigação.

Os autores, ao analisarem os dados transcritos, a partir das falas dos participantes, observaram o entendimento de um professor quanto à importância e à relevância de uma boa pergunta. Esta etapa para realização de aula com investigação é o que



Fig. 5. Tirinha sobre imagens.

Fonte: Souza (2012).

consideramos de importante, tendo em vista que o professor deve, ao fazê-la, ter em mente quantas respostas podem ser dadas pelo estudante, de tal modo que o compromisso com o conteúdo não se perca.

Em relação ao trabalho sobre energia solar, figuras 6 e 7, detalhadamente descrito pelo professor Correia (CORREIA E VIANNA, 2019): convertendo a radiação solar em energia elétrica, que foi desenvolvido através de uma aplicação para o Ensino Médio, em escola particular do Rio de Janeiro. Na sequência didática com enfoque CTS, foi feita uma contextualização em relação ao quadro energético brasileiro, frente ao atual problema mundial. Foram discutidas as diferentes formas de produção de energia, com preocupação para as limpas e renováveis, produzidas em nosso País no ano de 2017. Os materiais foram fornecidos pelo professor, com questões instigadoras sobre: hídrica, fóssil, eólica, biomassa, nuclear, solar e outras produzidas fora do País.

Através do debate proposto, foi dado destaque para a energia solar e, a partir de então, o docente apresentou um forno solar, em sala de aula, construído por ele, para a exploração de cada um de seus componentes, de tal maneira a sistematizar as diferentes formas de energias nele existentes. Os alunos tiveram a possibilidade de aquecer a água para café, assaram uma banana e até derreteram queijo para um sanduíche.

Quanto aos conteúdos a serem abordados, houve

uma transposição didática para as tecnologias usadas na conversão da energia solar em elétrica, destacando os processos físicos envolvidos. Foram apresentadas placas solares, tendo sido discutido entre os alunos, o procedimento de conversão, com outras perguntas elaboradas pelo professor, que visavam relacionar o problema energético brasileiro com o objetivo de utilização de energias limpas, até o desenvolvimento da tecnologia envolvida com os temas de Física pertinentes.

Esta foi uma atividade CTS, que resultou:

[...] em um significado maior para o aluno aprender esse conteúdo e evitando os "pulos" que geralmente são dados nos livros didáticos e nas aulas tradicionais, onde as equações e as explicações desse tópico aparecem em um parágrafo curto e direto (CORREIA e VIANNA, 2019, p.6).



Fig. 6. Foto forno solar com alunos investigando o cozimento.

Fonte: Correia e Vianna (2019).

Outro trabalho que destacou o uso de tecnologias no ensino de Física foi realizado pelo professor Dias e apresentado por Dias, Vianna e Carvalho (2018): Neste trabalho as atividades foram desenvolvidas com a característica de Intervenções Didáticas de Investigação Baseadas em Vídeo, que buscam transformar a sala de aula numa comunidade de aprendizagem, onde os alunos aprendem Ciência estabelecendo, desestabelecendo, reestabelecendo seus conhecimentos sobre um conteúdo científico, numa dinâmica em que as concepções prévias são utilizadas nas suas formulações. (p. 3)

O fenômeno citado anteriormente para a intervenção didática foi a queda dos corpos, escolhida para a intervenção com a utilização de recursos das cronofotografias, figura 8, porque esse tema está presente na maioria dos currículos tradicionais de ensino; além de tratar-se de um fenômeno que, por mais que esteja presente no cotidiano das pessoas, mesmo após as etapas de escolarização formais, ratifica a persistência das concepções aristotélicas de que, por exemplo, corpos mais pesados sempre caem, de uma mesma altura, em intervalos de tempo menores do que corpos mais leves. Por se tratar de um tema rico para a educação científica, já que os alunos

trazem conhecimentos prévios sobre o fenômeno, esses conhecimentos devem ser considerados no processo de alfabetização científica. O recurso didático tecnológico usando as cronofotografias proporcionou a observação passo a passo do fenômeno tratado. Neste exemplo, destacamos como recursos atuais de tecnologia podem colaborar com o desenvolvimento de atividades didáticas investigativas. Muitos outros exemplos poderiam ser citados aqui, mas só apresentamos alguns dos mais recentes desenvolvidos. As autoras, formadas no Laboratório em Pesquisa em Ensino de Física, da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LaPEF – FE USP, têm participado de outros diversos trabalhos sobre atividades investigativas.

4. Considerações finais

Estas propostas educacionais, realizadas por diversos professores da educação básica em diferentes realidades educacionais e aqui citadas, mostram que o ensino tradicional pode ser modificado para um ensino mais ativo. Nosso intuito foi de demonstrar que as atividades através do método investigativo são trabalhosas e exigem pleno conhecimento e domínio



Fig. 7. Alunos debatendo o o problema energético.

do professor frente à disciplina que ministra. Este tempo necessário para elaboração, muitas vezes, não está disponível para os professores, diante das condições precárias de ensino. Daí há incentivo para que estas propostas sejam elaboradas em programas e projetos de pesquisa, para que possam desenvolver, aplicar e avaliar, deixando material disponível para outras intervenções em classes de aula.

As legislações vigentes que regem a educação básica já previam, em suas diretrizes, mudanças significativas nas atividades pedagógicas. Facilmente,



Fig. 8. Cronofotografia da queda das duas esferas de massas e diâmetros diferentes, abandonadas por uma pessoa, atingindo o solo em instantes diferentes. Fonte: Dias, Vianna e Carvalho (2018).

percebemos nas suas recomendações, uma possibilidade do emprego das atividades investigativas em salas de aula, PCNs (Brasil, 1998) e também no documento aprovado no ano de 2018, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, e apresenta em uma das competências, específicas indicações que fortalecem atividades como as que apresentamos anteriormente, ao indicarem:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. (p.539)

Finalizamos este trabalho retornando a nossa pergunta inicial: é possível empregar a abordagem didática do ensino por investigação em quaisquer ênfases do ensino de Física trabalhados pelos professores, seja teoricamente em sala de aula ou em laboratório durante as aulas? Por todos os exemplos que relacionamos, não só acreditamos na viabilidade do ensino por investigação, como comprovamos através de trabalhos desenvolvidos por nossos colaboradores, que atuam em salas de aula da Educação Básica, que a aprendizagem dos seus alunos dá-se de maneira efetiva com resultados positivos para enfrentar a vida real de um estudante brasileiro.

Referências

- CASTIBLANCO, O. e NARDI, R. Os “objetos de estudo” da pesquisa em Física, segundo pesquisadores brasileiros, *Ensaio*, v. 17 n. 2, 2015.
- AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos** trad. Maria Tereza Oliveira Portugal: Pedagogo. 2009.
- ALVES, B. C.; QUINTANILHA, L.S. e BARBOSA-LIMA, M. C. Ensino de Física a alunos com deficiência visual: possíveis caminhos para a inclusão Anais do XXIII **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Salvador, 2019 on line, acesso em 20 de novembro de 2019.

- BRASIL Ministério da Educação (MEC), **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**, Brasília: MEC, 1998.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC), **Base Nacional Comum Curricular**, Brasília: MEC, 2018.
- CAMARGO, E. P. **Inclusão e necessidade especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de Física e da deficiência visual**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- CARVALHO, A.M. P. de ; SASSERON, L. H. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores. **ESTUDOS AVANÇADOS** (ONLINE), v. 32, p. 43-55, 2018.
- CORREIA, F.M. e VIANNA, D. M. Convertendo a radiação solar em energia elétrica Anais do XXIII **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, Salvador, 2019.
- DIAS, M. A., VIANNA D.M. e CARVALHO, P. S. Queda de esferas: um recurso potencial para aprender a ‘falar ciência’ Anais do XVII **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física** – Campos do Jordão, 2018.
- LATOUR, B. **Abrindo a Caixa Preta de Pandora: Ciência em Ação**. Editora UNESP, SP., 2000. p. 11-36.
- MONTEIRO, A. F. B; HALLAIS, S de C. e BARBOSA-LIMA, M. C. A Física da gangorra: Ensino de Física e história para crianças Anais do XXIII **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Salvador, 2019.
- KRASILCHICK, M. – A evolução no ensino das Ciências no período de 1950-1985. In: **O professor e o currículo das Ciências**. EPU/EDUSP. São Paulo, 1987. p. 5- 23.
- KRASILCHICK, M – Formação de professores e ensino de ciências: tendências nos anos 90. In: **Menezes, L.C. (org) Formação continuada de professores de ciências**. UNESO/ Ed. Autores Associados/NUPES, São Paulo. 1996. p. 137-140.
- QUINTANILHA, L. S. e BARBOSA-LIMA, M. C. Ensino de Física através da patinação artística para alunos com deficiência visual. **Anais do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física** – Campos do Jordão, 2018.
- SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações para o ensino de ciências**, v.13, n.3, pp.333-352, 2008.
- SOUZA E.O.R. e VIANNA, D. M. Física em quadrinhos: o espelho inclinado in: Atas do XXII **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Carlos, SP, 2017.
- SOUZA, E. e VIANNA, D. M. Física em Quadrinhos: promovendo uma utilização crítica dos quadrinhos **Anais do XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Salvador, 2019.
- SOUZA E.O.R. e VIANNA, D. M O uso dos quadrinhos nos livros didáticos de Física aprovados pelo PNLD/2015, **Imagens da Educação** v.10, n.1 p. 136-149, 2020.
- TATO, A. L. **Atividades Multissensoriais para o Ensino de Física**. 171f.(TESE) Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – Área de Concentração Física. São Paulo, 2016.





¿PROGRESAN LAS CONCEPCIONES SOBRE LA CIENCIA DE FUTUROS MAESTROS/ AS TRAS LA IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS CONSTRUCTIVISTAS PARA LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA?

DO PRE-SERVICE TEACHERS CONCEPTIONS ON SCIENCE PROGRESS AFTER THE IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTIVIST DIDACTIC PROPOSALS ORIENTED TOWARDS DEVELOPING SCIENTIFIC LITERACY?

AS CONCEPÇÕES SOBRE A CIÊNCIA DOS FUTUROS PROFESSORES ESTÃO PROGREDINDO APÓS PROPOSTAS CONSTRUCTIVISTAS DESTINADAS À ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA?

Lourdes Aragón*, Natalia Jiménez-Tenorio**

Juan José Vicente Martorell***, Marcia Eugenio-Gonzalbo****

Cómo citar este artículo: Aragón, L., Jiménez-Tenorio, N., Vicente-Martorell, J. J. y Eugenio, M. (2021). ¿Progresan las concepciones sobre la ciencia de futuros maestros/as tras la implementación de propuestas constructivistas para la alfabetización científica?. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 78-95. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15589>

Resumen

Enseñar ciencias desde una visión constructivista implica atender las concepciones previas de quien aprende. En este sentido, en el presente trabajo se analizan las concepciones que mantienen estudiantes de los Grados en Educación Primaria e Infantil sobre tres aspectos: la imagen de la ciencia, su aprendizaje y su enseñanza. Para explorarlas se utilizó el instrumento denominado Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores, de tipo Likert, constituido por 56 declaraciones y que fue completado por 142 estudiantes de dos universidades españolas, ambos al inicio y al final de asignaturas cuatrimestrales diseñadas desde una perspectiva constructivista y de promoción de la alfabetización científica. Los datos se analizaron estadísticamente, entre otros, mediante análisis multivariante Traza de Pillai, univariante, y correlación de Pearson. Los resultados muestran que las concepciones iniciales de estos estudiantes evolucionaron hacia posiciones constructivistas tras implementar las propuestas didácticas, particularmente en los del Grado en Educación Primaria, quienes partieron de posiciones más

Recibido: 21 de noviembre de 2019; aprobado: 08 de mayo de 2020

* Departamento de Didáctica, Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz, España. lourdes.aragon@uca.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3062-9734>

** Departamento de Didáctica, Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz, España. natalia.jimenez@uca.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7879-9877>

*** Departamento de Didáctica, Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Cádiz, España. juanjose.vicente@uca.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7498-0214>

**** Departamento de Didáctica de las Ciencias, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Valladolid, España. marcia.eugenio@uva.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7907-9780>

tradicionales. Se evidencian además relaciones entre las distintas dimensiones consideradas, excepto entre la imagen de la ciencia y su aprendizaje. Se concluye que la implementación de propuestas didácticas de corte constructivista y enfocadas a promover la alfabetización científica permite que los futuros docentes evolucionen hacia modelos de aprendizaje y enseñanza de las ciencias adecuados, a la vez que se diagnostica una mayor dificultad a la hora de abordar aspectos relacionados con la imagen de la ciencia.

Palabras Clave: alfabetización; aprendizaje; ciencias y tecnología; enseñanza; opinión; enseñanza primaria.

Abstract

From a constructivist perspective, science teaching involves attending to learners' misconceptions. In this regard, in the present work, we analyze misconceptions of pre-service teachers of Preschool and Primary School Education on three aspects: the image of science, science learning, and science teaching. To explore them we used the Inventory on Pedagogical and Scientific Beliefs of Teachers (Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores), a quantitative Likert-type questionnaire constituted by 56 statements. A total of 142 students from two Spanish universities completed it, both at the beginning and at the end of subjects that had been specifically designed from a constructivist perspective and to promote scientific literacy. Data were statistically analyzed, among others, employing multivariate analyses, univariate analyses, and Pearson correlations. Results show that initial student misconceptions evolved towards constructivist positions after subjects' implementations, particularly those of students of Degree in Primary Education, who departed from more traditional positions. Moreover, relationships among the three considered dimensions are evidenced, except between the image of science and science learning. It is concluded that implementation of constructivist didactic proposals aimed to promote scientific literacy facilitates that initial pre-service teachers' beliefs evolve towards appropriate science teaching and learning models. Moreover, difficulties to approach images of science are diagnosed.

Keywords: literacy; learning; opinion; primary education; sciences and technology; teaching.

Resumo

Ensinar ciências com perspectiva construtivista implica atender às preconcepções do aluno. Nesse sentido, o presente trabalho analisa as concepções que apresentam os alunos do curso de Educação Infantil e Fundamental sobre três aspectos: a imagem da ciência, sua aprendizagem e seu ensino. Para estudá-los, foi utilizado o instrumento Inventário de Crenças Pedagógicas e Científicas do Professor, tipo Likert, composto por 56 depoimentos e preenchido por 142 estudantes de duas universidades espanholas, tanto no início quanto no final de quatro meses de disciplinas

planejadas sob uma perspectiva construtivista e de promover a alfabetização científica. Os dados foram analisados estatisticamente, entre outros, por análise multivariada de traços de Pillai, univariada e correlação de Pearson. Os resultados mostram que as concepções iniciais desses estudantes evoluíram para posições construtivistas após a implementação das propostas didáticas, principalmente na Licenciatura em Educação Primária, que partiam de posições mais tradicionais. Os relacionamentos também são evidentes entre as diferentes dimensões consideradas, exceto entre a imagem da ciência e seu aprendizado. Conclui-se que a implementação de propostas didáticas de natureza construtivista e focada na promoção da alfabetização científica permite que futuros professores evoluam para modelos apropriados de aprendizagem e ensino de ciências, diagnosticando uma maior dificuldade em abordar aspectos relacionados à imagem da ciência.

1. Introducción

Los estudios enfocados en el pensamiento del profesor analizan las interpretaciones, los significados y los conocimientos que subyacen a la práctica docente. Estos además poseen una larga trayectoria en las investigaciones desde la didáctica de las ciencias, siendo numerosos los estudios que inciden en la importancia que revisten estas concepciones y actitudes mostradas por el profesorado sobre la ciencia, y sobre la forma de aprenderla y enseñarla en su práctica docente (COLL, SÁNCHEZ, 2008; PORLÁN, RIVERO, MARTÍN, 1998). Dichas concepciones pedagógicas son personales y se adquieren de forma natural y no reflexiva a partir de las propias experiencias vividas. Además, son a menudo implícitas (CARNIATTO, FOSSA, 1998). En el caso de la enseñanza obligatoria, los estudiantes reciben información sobre los contenidos específicos de las diferentes materias, pero no sólo aprenden conceptos o procedimientos, sino que también asimilan creencias sobre la propia materia que parecen perdurar en el tiempo (BLANCO, MELLADO, RUÍZ, 1995). En este sentido, los futuros maestros en formación mantienen una serie de concepciones, actitudes y valores sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que han desarrollado a lo largo de toda su trayectoria académica. Estas concepciones resultan más resistentes al cambio cuando se han mantenido a lo largo de mucho tiempo, y algunas investigaciones indican que suponen un verdadero obstáculo para la formación y el cambio didáctico del profesorado (CARNIATTO, FOSSA, 1998). DELVAL (2002 citado

en MELLADO, 2003, p.348) señala “que cambiar a los profesores es algo extremadamente difícil (...) Enseñan, sobre todo, como les enseñaron a ellos (...)”. Además, en muchas ocasiones estas concepciones se encuentran muy alejadas de los puntos de vista de las corrientes epistemológicas más actuales, como la filosofía y sociología de la ciencia, y de los modelos innovadores de la didáctica de las ciencias (PORLÁN, MARTÍN, 1994; PORLÁN, RIVERO, MARTÍN, 1997, PORLÁN, RIVERO, MARTÍN, 1998). En la formación inicial del profesorado el reto actual sigue siendo, como ya señalaba SANMARTÍ (2001), proporcionar oportunidades en el aula para que los estudiantes, mediante un proceso metacognitivo de reflexión sean conscientes de sus concepciones, actitudes y prácticas, en este caso, de la ciencia, para a partir de ese reconocimiento, poderlas reestructurar y hacer evolucionar su modelo didáctico personal, y al mismo tiempo continuar formándose autónomamente. Es decir, la formación inicial tiene que integrar los conocimientos académicos, las concepciones personales y el conocimiento práctico, y contribuir a generar en los futuros docentes su propio conocimiento didáctico del contenido (SHULMAN, 1987). Con este propósito, en el presente trabajo nos planteamos si es posible incidir en las concepciones personales y modelos iniciales de los futuros maestros de Infantil y Primaria en relación con las ciencias, su enseñanza y aprendizaje, a través de asignaturas del Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en dos universidades españolas. En concreto, a partir de asignaturas que han sido diseñadas e implementadas desde una perspectiva

constructivista y con el objetivo de lograr una alfabetización científica tecnológica (ACyT) de nuestro alumnado. La ACyT de la ciudadanía es considerada como un finalidad central de la enseñanza de las ciencias por diversos motivos: culturales, de autonomía personal, de utilidad para la vida cotidiana, cívicos y democráticos para la participación social en las decisiones sobre temas de interés social y público (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MANASSERO, 2003). Se torna así, la necesidad de una cultura científica o de ACyT como finalidad educativa fundamental (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, 2008).

Por tanto, en este estudio nos planteamos las siguientes preguntas-problemas que integran nuestra investigación: a) ¿Existen cambios en las concepciones de los futuros maestros tras la implementación de las propuestas didácticas diseñadas desde un enfoque de ACyT?; b) ¿Existe alguna relación entre la visión inicial de los alumnos cuando es constructivista y la evolución que se observa?; c) ¿Existe relación en la evolución hacia un modelo constructivista entre las tres dimensiones consideradas, es decir, aprendizaje, imagen y enseñanza de las ciencias?; d) ¿Influyen sobre las ideas de partida de los estudiantes las variables: sexo, estudios previos y el Grado (Infantil/Primaria) que se encuentran cursando?, y e) ¿Influyen estas mismas variables en la evolución de las ideas de partida hacia posiciones más constructivistas?

2. Marco de Referencia

Las asignaturas en las que se realizó este estudio fueron diseñadas desde una perspectiva constructivista, como marco teórico adecuado para promover la ACyT del alumnado. De acuerdo a VALDIVIA (2016), la ACyT se sustenta en la visión constructivista: desde aportaciones de la Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, el constructivismo en educación de Piaget y la Teoría socio-histórica de Vygotsky. De esta manera, tanto la estructura cognitiva del estudiante como el aprendizaje contextualizado son aspectos teóricos claves que deben considerarse a la hora de lograr aprendizajes que vinculan una finalidad de la ciencia basada en la

ACyT. Así, como señala CAÑAL (2004), una formación dirigida a alfabetizar científicamente a la ciudadanía, sólo estará orientada adecuadamente, por una parte, si se focaliza a conseguir la funcionalidad de los aprendizajes del propio sujeto, y por otra, a dotarla de significatividad, en el sentido de que las personas puedan hacer uso de estos aprendizajes en su vida diaria. Esto pasa por atender a las concepciones previas de las personas que aprenden. Es por ello, que el enfoque de ACyT parte de un marco constructivista del aprendizaje.

Por otro lado, es fundamental definir la ACyT como marco de partida. Los antecedentes de este concepto se remontan a mediados del siglo pasado, y su reivindicación como parte esencial de la educación se da a partir de la década de los noventa. Como señalan ACEVEDO, VÁZQUEZ, MANASSERO (2003), el término no es unívoco ni sencillo, y ha variado a lo largo del tiempo. Actualmente, a pesar de tratarse de un concepto clave e imprescindible para la didáctica de las ciencias, sigue sin existir unanimidad en la comunidad didáctica a la hora de interpretar dicho concepto (VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS, 2015).

SHEN (1975) distinguió tres componentes de la ACyT: uno práctico (los conocimientos necesarios para la vida diaria en relación a salud y supervivencia), uno cívico (la conciencia de las complejas relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y los conocimientos para participar en debates sobre temas tecno-científicos), y uno cultural (la consideración de la ciencia como parte de nuestra cultura y el interés hacia ella). KEMP (2002), por su parte, distinguió tres dimensiones: una conceptual (relacionada con la comprensión y los conocimientos necesarios), una procedimental (relacionada con los procedimientos y las habilidades) y otra afectiva (relacionada con las actitudes y los valores). En este sentido, HODSON (1994) concreta mucho más respecto a lo que significa ser alfabetizado científicamente, y establece que la enseñanza de las ciencias debe contemplar tres aspectos: 1) aprender de ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales; 2) aprender sobre la naturaleza de

la ciencia (NdC), desarrollando una comprensión sobre la naturaleza de los métodos de la ciencia y de las complejas interacciones entre ciencia y sociedad; y 3) aprender a hacer ciencia, que hace mención a la práctica de la ciencia, desarrollando los conocimientos técnicos sobre la investigación científica y participando en la resolución de problemas. Si bien, la importancia de la ACyT se ha visto reflejada en las reformas educativas desarrolladas e implantadas en muchos países y también en informes de política educativa de varios organismos internacionales (ACEVEDO, 2004). Desde los años 90 existe un debate internacional alrededor a la necesidad de incluir una ACyT como elemento clave en la formación básica de todas las personas, por lo que la enseñanza de las ciencias no se debería, restringir únicamente al conocimiento científico y tecnológico, sino que los objetivos y las capacidades a desarrollar en el alumnado deben tener un carácter holístico y ser de gran relevancia social para ellos (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MANASSERO, 2003).

En cualquier caso, está ya aceptado el hecho de que la ACyT es indispensable para el ejercicio de la ciudadanía, y a día de hoy se conecta con el concepto más novedoso de competencia científica. Según PEDRINACI et al. (2012), un ciudadano científicamente alfabetizado, y por tanto, científicamente competente, es aquel capaz de “describir, explicar y predecir fenómenos naturales, para comprender las características propias de la ciencia; es capaz de formular hipótesis e investigar problemas, así como argumentar y tomar decisiones personales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana general de él” (p.31). Este hecho, según estos autores, proporciona ventajas, algunas de ellas con una aplicación curricular interesante, y es que la competencia científica “no viene sola”, es decir, viene arropada por otras competencias clave, y ofrece mejores criterios para seleccionar contenidos y evaluar aprendizajes, que permiten definir mejor las estrategias de enseñanza más adecuadas (PEDRINACI et al. 2012).

Finalmente, otra cuestión a debatir es ACyT desde cuando, a este respecto la Confederación de

Sociedades Científicas de España (COSCE) en su informe ENCIENDE (2011), advierte de la necesidad urgente de impulsar una adecuada educación científica desde los 3 años de edad; y es que se ha visto que la actitud hacia la ciencia y la tecnología parecen afianzarse en los primeros años de escolarización, lo que podría determinar el futuro desarrollo de la competencia científica de una persona adulta (ACEVEDO, MANASSERO, VÁZQUEZ-ALONSO, 2005). En dicho informe se hacen diversas recomendaciones, una de ellas incide en la importancia y en la responsabilidad del profesorado y de quienes diseñan los materiales curriculares en torno a la ACyT de la ciudadanía. En este sentido, la formación inicial y continua de los futuros educadores desde las etapas de Infantil y de Primaria juega un papel esencial en la mejora de la enseñanza de las ciencias para las nuevas generaciones (GARCÍA-CARMONA, CRIADO, CAÑAL, 2014). Para este caso que nos atañe, nos planteamos cómo podríamos incidir en una mejora de la educación científica del alumnado de los Grados en Educación Infantil y Primaria mediante el diseño de asignaturas de Didáctica de las Ciencias en donde se integren las dimensiones más relevantes de la ACyT en base a las ideas aportadas por HODSON (1994), desde una perspectiva constructivista, y desde distintas aproximaciones metodológicas, teniendo en cuenta además las creencias de los estudiantes al inicio y al término de las mismas.

3. Metodología de investigación

3.1. Contexto de la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo en el curso académico 2015-2016 en dos de los tres grupos del 3º de los Grados en Educación Infantil y Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Cádiz, España. Asimismo, han participado en este estudio un grupo de estudiantes del 3º curso del Grado de Educación Infantil de la Facultad de Educación de Soria (España). En el caso del Grado en Educación Infantil, el estudio se enmarca dentro de las asignaturas de Didáctica del

Medio Natural y Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza y su currículo, impartidas en la Universidad de Cádiz (primer semestre) y en la Universidad de Valladolid (segundo cuatrimestre), respectivamente.

Ambas compartieron, para este estudio, el mismo diseño didáctico, en base a cuatro bloques de contenidos bien diferenciados (tabla 1). Cada uno de ellos tuvo una duración aproximada de un mes y fueron

Tabla 1. Diseño de las asignaturas de Didáctica del Medio Natural y Las Ciencias de la Naturaleza en el Currículo de la Educación Infantil impartidas en 3º de Grado en Educación Infantil en el curso 2015-2016 en la Universidad de Cádiz (UCA) y la Universidad de Valladolid (UVA), respectivamente.

Bloque de contenidos en base a HODSON (1994)	Secuencia de actividades	Principales contenidos
B.1. Finalidades y problemáticas de la enseñanza de las ciencias. ¿Qué ciencias enseñar y para qué? Saber de ciencias y saber sobre la NdC	A.1. Cuestionario individual – INPECIP. A.2. Análisis de un anuncio publicitario. A.3. Aproximación al concepto de pseudociencias: búsqueda de ejemplos y análisis de características. A.4. Reflexión sobre las debilidades y problemáticas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. A.5. Análisis del currículo de Infantil.	Noción de ACyT. Idea de Ciencia para todos. Relaciones publicidad-ciencia y pseudociencia-ciencia. Toma de conciencia de la utilidad de los conocimientos científicos para cuestiones cercanas. Análisis del currículo de Infantil.
B.2. ¿Cómo aprende ciencias el alumno y qué dificultades encuentra? Saber de ciencias	A.6. Discusión y reflexión sobre la importancia de las ideas previas en el aprendizaje. A.7. Exploración individual de concepciones previas (digestión, experiencia de Giordan y de Vecchi (1988)). A.8. Puesta en común de ideas previas y comparación con los resultados del estudio. A.9. Explicitación de ideas previas de la clase sobre el aprendizaje de la ciencia (INPECIP). A.10. Elaboración de un informe grupal sobre concepciones previas en base a 5 lecturas. A.11. Puesta en común de la información elaborada y contraste con nueva información.	Conocimiento de las propias concepciones alternativas sobre aprendizaje de las ciencias. Aproximación a algunas concepciones previas y dificultades de aprendizaje de los alumnos de Infantil en relación a conceptos clave de ciencias. Análisis y reflexión sobre sus implicaciones para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Diferenciación entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.
B.3. Historia y Naturaleza de las Ciencias como base para la enseñanza de las ciencias en Infantil: Saber sobre la NdC	A.12. Diferenciación y discusión: Ciencias de la Naturaleza y Naturaleza de la Ciencias (NdC). A.13. Trabajo sobre aspectos de NdC a través de biografías de científicos. A.14. Explicitación ideas previas de la clase sobre imagen de la ciencia (INPECIP). A.15. Actividades para trabajar el proceso científico y acercar al alumnado a las principales corrientes epistemológicas (“caja negra” y “diseño de experimento sobre germinación”). A.16. Realización y discusión de tabla comparativa entre las principales visiones epistemológicas y sus implicaciones didácticas.	Interés por historia y NdC. Conocimiento de las actividades de la comunidad científica. Valoración de las cuestiones socio-económicas-políticas y ético-morales en la Ciencia y la Tecnología. Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias. Práctica de la metodología científica, promoviendo el pensamiento científico y la experimentación.

<p>B.4. Estrategias de aprendizaje en Didáctica de las Ciencias y su aplicación en aulas de infantil: Saber de ciencias, Saber sobre la NdC, y saber hacer ciencias</p>	<p>A.17. Presentación de la estrategia de investigación en torno a problemas. A.18. Implementación de una investigación sobre solubilidad. A.19. Explicitación de la estrategia seguida y emisión de conclusiones didácticas. A.20. Diseño didáctico sobre algún tópico del currículo de Infantil (talleres en UVa, secuencias en UCA). A.21. Desarrollo de los diseños en aulas de 3, 4 y 5 años (UCA). A.22. Elaboración de un informe de reflexión didáctica, incluyendo propuestas de mejora. A.23. Cuestionario INPEICIP</p>	<p>Marcos de intervención didáctica y estrategias y recursos para la clase de ciencias infantil. Práctica de la metodología científica, promoviendo el pensamiento científico y la experimentación. Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias. Diseño y elaboración de propuestas didácticas. Análisis y aplicación del currículo de Infantil. Evaluación de la acción didáctica y reflexión sobre la práctica. Actitudes favorables hacia la ciencia.</p>
---	---	---

Fuente. elaboración propia.

diseñados desde una perspectiva constructivista y con objeto de lograr una ACyT de nuestro alumnado. Para ello se incorporó los aspectos considerados por HODSON (1994) para la enseñanza de las ciencias (saber de ciencias, saber sobre la NdC, y saber hacer ciencias) y contribuir a una cultura científica, siendo estos los ejes centrales para el diseño de cada uno de los bloques, y marco de referencia de la presente

investigación (tabla 1).

Para los estudiantes del Grado en Educación Primaria, el estudio se llevó a cabo desde la asignatura Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza I. Ésta se imparte en la Universidad de Cádiz, en el primer semestre y se estructura en cuatro bloques bien diferenciados, con distinta duración, como se detalla en la tabla 2. Al igual que en el Grado en

Tabla 2. Diseño de la asignatura de Didáctica de la Naturaleza I impartida en el 3º curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz durante el curso académico 2015-2016.

Bloque de contenidos en base a HODSON (1994)	Secuencia de actividades	Principales contenidos
<p>B.1. Finalidades y problemáticas de la enseñanza de las ciencias. ¿Qué ciencias enseñar y para qué? Saber de ciencias y Saber sobre la NdC</p>	<p>A.1. Relato autobiográfico: mis experiencias sentidas de aprendizaje de las ciencias. A.2. Cuestionario individual de ideas previas INPEICIP. A.3. Debate sobre la utilidad de aprender ciencia. A.4. Análisis de los aspectos negativos de las pseudociencias y los anuncios publicitarios. Qué debe hacer la enseñanza de las ciencias para atajar sus efectos. A.5. Búsqueda y análisis de un ejemplo de pseudociencia y anuncio publicitario. A.6. Reflexión sobre una noticia del periódico sobre la decisión de un pueblo en colocar una antena para telefonía móvil. A.7. Análisis de las debilidades y problemáticas de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. A.8. Análisis de los pilares que soportan el curriculum de las ciencias.</p>	<p>Concepto de ACyT. Idea de Ciencia para todos. Relaciones publicidad-ciencia y pseudociencia-ciencia. Participación democrática de la ciudadanía en la toma de decisiones tecno-científicos. Toma de conciencia de las diferentes dimensiones asociadas a la problemática de la enseñanza de las ciencias y en su aprendizaje. Primera aproximación al curriculum de Primaria.</p>

<p>B.2. Aprendizaje de un tópico de ciencia (sistema Sol-Tierra) basada en la modelización y cambio conceptual. Saber de ciencias, Saber sobre la NdC, y saber hacer ciencias.</p>	<p>A.9. Exploración de ideas previas sobre el tópico de las estaciones. A.10. Análisis de las concepciones de otros estudiantes. A.11. Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje basada en modelización (Jiménez-Tenorio et al. 2016). A.12. Puesta en común en gran grupo del modelo final para explicar el fenómeno de las estaciones. A.13. Elaboración de un informe de reflexión sobre la experiencia vivida.</p>	<p>Conocimiento de las propias concepciones alternativas sobre el tópico a aprender. Aproximación a algunas concepciones previas y dificultades de aprendizaje en relación al conocimiento de las estaciones. Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias, sistema Sol-Tierra. Práctica de la metodología científica, promoviendo el pensamiento científico y la experimentación. Fomento de la competencia científica. Trabajo simulado a un científico. Toma de conciencia de la importancia de los modelos en la ciencia. Interés por historia y NdC. Diferenciación entre conocimiento científico, escolar y cotidiano.</p>
<p>B.3. Reconstrucción y análisis de la experiencia del aprendizaje recibido para aplicarlo en relación a otro tópico. Saber de ciencias y Saber hacer ciencia</p>	<p>A.14. Realización de un trabajo de indagación grupal sobre un tema de ciencia del currículum. A.15. Búsqueda de las dificultades de aprendizaje del tópico elegido. A.16. Revisión del currículum de Primaria. A.17. Análisis crítico de los libros de texto de Primaria. A.18 Síntesis del trabajo de indagación en formato póster.</p>	<p>Fundamentos científicos sobre un tema concreto de ciencias. Fomento de la competencia científica. Desarrollo de indagación científica. Segunda aproximación al currículum de Primaria. Entendimiento de las ciencias y su enseñanza.</p>
<p>B.4. Puesta en común y obtención de conclusiones. Saber de ciencias y Saber hacer ciencia</p>	<p>A.19. Comunicación y defensa de los resultados obtenidos del trabajo de indagación en un pseudocongreso. A.20. Análisis y evaluación de los trabajos de indagación ajenos. A.21. Cuestionario INPECIP</p>	<p>Difusión de la labor de un científico. Desarrollo de la comunicación científica. Evaluación de la práctica científica. Conocimiento y vivencia en la participación de un pseudocongreso. Satisfacción personal hacia la propia experiencia y hacia la ciencia. Interés y motivación hacia la ciencia. Formación científica desde el conocimiento, destrezas y actitudes.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Educación Infantil, estos bloques se diseñaron en base a las dimensiones comentadas anteriormente de HODSON (1994). Asimismo, en el segundo bloque las principales estrategias utilizadas fueron el aprendizaje basado en modelos y el cambio conceptual (ver para más detalles JIMÉNEZ-TENORIO et al. 2016).

Tabla 1. Diseño de las asignaturas de Didáctica del Medio Natural y Las Ciencias de la Naturaleza en el Currículo de la Educación Infantil impartidas en 3º de Grado en Educación Infantil en el curso 2015-2016 en la Universidad de Cádiz (UCA) y la Universidad de Valladolid (UVa), respectivamente.

3.2. Participantes.

Los datos de edad, sexo y estudios previos de los participantes de este estudio fueron obtenidos a través de una serie de preguntas personales que aparecían al inicio del cuestionario INPECIP. El estudio fue realizado sobre una muestra de 142 estudiantes, mayoritariamente mujeres (84%, frente a 16% de hombres), de edades comprendidas entre los 19 y 24 años, siendo este rango el 91% de los estudiantes. El 36% de los estudiantes estaban cursando el Grado en Educación Primaria, y el 64% el Grado en Educación Infantil. Con respecto a los estudios previos al ingreso en la Universidad, cabe destacar que más de las tres cuartas partes de los estudiantes cursaron Bachillerato. De entre estos alumnos, la mayoría escogieron la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales (82%), el 16% la de Ciencia y Tecnología, y únicamente un 2% la de Ciencias de la Salud, lo que se traduce en que el 78% del alumnado no había cursado ninguna asignatura relacionada con las ciencias desde hacía 4 años o más.

3.3. Instrumento de recogida de información.

La exploración de las creencias pedagógicas y científicas que mantuvieron los futuros maestros de infantil y primaria se movió a un nivel de conocimiento declarativo, dado que para su estudio se utilizó un cuestionario en dos momentos: al inicio y tras la finalización de cada asignatura. En concreto, se trata del Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores (INPECIP), diseñado y validado por PORLÁN, RIVERO, MARTÍN (1997); PORLÁN, RIVERO, MARTÍN (1998). Éste presenta un total de 56 declaraciones, para las cuales los estudiantes tenían que indicar su grado de acuerdo o desacuerdo utilizando una escala de tipo Likert con 5 niveles: "Totalmente de acuerdo" (5), "De acuerdo" (4), "Indeciso" (3), "En desacuerdo" (2) y "Totalmente en desacuerdo" (1). Las declaraciones se agruparon en torno a las tres dimensiones contempladas por RUIZ et al. (2005): Imagen de la Ciencia, Aprendizaje de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias.

Para cada dimensión se identificaron dos modelos

didácticos contrapuestos: uno de enfoque tradicional y otro de enfoque constructivista, representados cada uno por un cierto número de declaraciones del instrumento (7 en cada caso, con excepción de la dimensión Enseñanza de las Ciencias que presentó 13 para el modelo tradicional y 10 para el constructivista). Posteriormente, se construyó una escala bipolar cuyos extremos marcan posicionamientos didácticos acordes con uno y otro modelo, y cuyos valores intermedios representan concepciones comprendidas entre ambos. Al objeto de reagruparlos con los del modelo constructivista en una misma escala, los valores de las declaraciones correspondientes a percepciones acordes al modelo tradicional fueron invertidos. De este modo, valores altos de la escala resultante se corresponderían con percepciones próximas a un marco constructivista, mientras que valores bajos se corresponderían con percepciones próximas a un modelo tradicional. Finalmente, y para adecuar el estatus de los valores obtenidos al de escalas ordinales acordes con los datos originales de las declaraciones, se procedió a segmentar cada escala construida en cinco niveles: 1) Tradicional, 2) Cuasi-tradicional, 3) Ambivalente, 4) Cuasi-constructivista, 5) Constructivista.

3.4. Análisis de los datos.

Para el análisis de los resultados se hizo uso de pruebas paramétricas, ya que parece demostrado que son lo suficientemente robustas a violaciones de normalidad cuando las muestras son grandes (GLASS, PECKHAM, SANDERS, 1972; HARWELL, RUBINSTEIN, HAYES, 1992; LIX, KESELMAN, KESELMAN, 1996; SCHMIDER et al. 2010). En este trabajo se realizaron diferentes análisis estadísticos y de frecuencias, entre los que se encuentran el análisis multivariante Traza de Pillai, el análisis univariante y el análisis de Correlación de Pearson. Asimismo, se emplearon diferentes estadísticos de Cohen para evaluar el índice de tamaño de efecto -al tratarse de una muestra de estudio grande- de los diferentes análisis, siguiendo los criterios del propio autor (COHEN, 1998). De este modo, se consideró

el tamaño de efecto de las correlaciones como: grande $r=0,5$, mediano $r=0,3$ y pequeño $r=0,1$; y se ha empleado la f de Cohen considerando como grande $f=0,4$, mediano $f=0,25$ y pequeño $f=0,1$; y el estadístico d de Cohen considerando el índice de efecto grande cuando $d=0,8$, mediano $d=0,5$ y pequeño $d=0,2$. Los análisis llevados a cabo para cada uno de los objetivos planteados fueron los siguientes:

Para evaluar si existió un cambio significativo en las concepciones de los alumnos tras la implementación de las intervenciones didácticas, se utilizó la significación del contraste multivariado Traza de Pillai, empleando la f de Cohen como índice de tamaño de efecto. En caso afirmativo, se realizó el análisis de los contrastes univariados mediante la t de Student entre las respuestas obtenidas antes y después, y para cada una de las dimensiones estudiadas del cuestionario INPECIP (Aprendizaje de las Ciencias, Imagen de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias) se utilizó como índice de tamaño de efecto de dichos contrastes la d de Cohen. Para estudiar si existió relación entre la visión inicial (medida en base a la puntuación inicial en el cuestionario) y la evolución hacia el constructivismo (medida como la diferencia entre la puntuación inicial y final), se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para cada una de las dimensiones del cuestionario. El tamaño de efecto se valoró según el criterio de Cohen para dichas correlaciones.

Por otro, para analizar si existió relación en la evolución hacia visiones constructivistas de los alumnos entre las tres dimensiones consideradas, se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson entre los valores obtenidos como de las puntuaciones final e inicial del cuestionario para cada una de las dimensiones. El tamaño de efecto se valoró según el criterio de Cohen para dichas correlaciones. Para estudiar si las variables consideradas en este estudio (sexo, Grado en Educación Infantil o en Educación Primaria, estudios previos de ciencias) tuvieron influencia sobre la visión inicial de los alumnos, se evaluó la significación del contraste multivariado Traza de Pillai en las dimensiones Aprendizaje de

las Ciencias, Imagen de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias, para lo que se empleó como índice de tamaño de efecto la f de Cohen. En caso afirmativo, se realizó el análisis de contrastes univariados mediante la t de Student entre las respuestas obtenidas antes y después de la implementación de las propuestas didácticas; como índice de contraste de efecto se utilizó la d de Cohen.

Finalmente, para la influencia de esas mismas variables sobre la evolución hacia el constructivismo de los alumnos, se empleó la significación del contraste multivariado Traza de Pillai en las dimensiones Aprendizaje de las Ciencias, Imagen de las Ciencias y Enseñanza de las Ciencias; como índice de tamaño de efecto de dichos contrastes, se utilizó la f de Cohen. El proceso de codificación y transformación de datos, así como los análisis de frecuencias y las pruebas estadísticas se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics v.21.

4. Resultados y discusión

Uno de los fines básicos de la enseñanza de las ciencias es lograr que los estudiantes alcancen una adecuada comprensión de su naturaleza, pero las evidencias muestran que los alumnos –y los docentes– poseen visiones de la ciencia que distan de las que mantienen tanto los científicos como los epistemólogos (PETRUCCI, DIBAR-URE, 2001). En estudios que documentan sus visiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, y sobre su naturaleza, se observa la existencia de un espectro de posiciones que van desde el subjetivismo hasta el realismo; incluso la visión de un estudiante que afirma que el conocimiento científico se aproxima a la verdad y que ésta existe independientemente de la conceptualización humana puede a la vez sostener que el conocimiento científico es función del entorno social de los científicos, y preferir una clase de laboratorio que utilice una metodología de enseñanza por investigación autodirigida, en la que las interpretaciones discrepantes son negociadas (ROTH, ROYCHOUDHURY, 1994). Es como si los estudiantes separaran su conocimiento

en compartimentos, lo que les permitiría sostener simultáneamente visiones inconmensurables sin darse cuenta del conflicto. Una posibilidad es que en ese conocimiento sobre la NdC y su enseñanza-aprendizaje coexistan las ideas preconcebidas de los estudiantes que se originaron de forma previa a recibir enseñanza formal sobre aspectos concretos, bien en su entorno social o en la propia aula (POZO et al. 1991), pues es sabido que la enseñanza formal no siempre consigue modificar las ideas previas, y que uno de los posibles resultados es la coexistencia de conocimientos que entran en conflicto y que se emplean en diferentes situaciones (CUBERO, 1989). Sabemos que el conocimiento de los estudiantes de Magisterio sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se encuentra influido en gran medida por sus experiencias como alumnos, por lo que suele ser próximo a un enfoque transmisivo y es difícil de cambiar (BESWICK, 2006). También es generalmente aceptado en el ámbito de la enseñanza de las ciencias que la formación de un profesor debe estar organizada en torno a este conocimiento inicial y ha de proporcionar oportunidades para facilitar su evolución (SANMARTÍ, 2001), de nuevo en un paralelismo con la función que cumplen las ideas previas en relación al aprendizaje de las ciencias: el punto de partida para hacerlas evolucionar hacia concepciones más acordes con las interpretaciones científicas actuales (CAÑAL, 1986). Nuestro trabajo de investigación se enmarca, pues, en una línea de larga tradición en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales. El interés por las ideas de los maestros en formación inicial sobre las ciencias, su enseñanza y su aprendizaje, sigue vigente, dado el amplio consenso existente en relación a que las creencias de los maestros influyen su práctica docente en el aula (BESWICK, 2006). A continuación, presentamos y discutimos los resultados obtenidos en relación a cada una de las preguntas de investigación que nos planteamos, en el mismo orden en que se presentaron anteriormente.

4.1. ¿Existen cambios en las concepciones de los futuros maestros/as tras la implementación de las

propuestas didácticas diseñadas para lograr una ACyT del alumnado?

El análisis del contraste multivariado mostró diferencias significativas en las concepciones del alumnado con un tamaño de efecto grande ($F(3, N=139) = 9,89, p < 0,001, f = 0,46$) entre la visión inicial y final de los alumnos. Así, los subsiguientes análisis de los contrastes univariados revelaron un aumento significativo en la visión constructivista de los alumnos después de implementar propuestas didácticas de base constructivistas y enfocadas hacia la ACyT, con un tamaño de efecto grande ($t(N=141) = -5,28, p < 0,001, d = 0,89$) para la dimensión Aprendizaje de las Ciencias. También se detectó un aumento significativo para la dimensión Enseñanza de las Ciencias, aunque con tamaño de efecto mediano ($t(N=141) = -2,56, p = 0,012, d = 0,21$). En cambio, no se produjo un cambio significativo para la dimensión Imagen de las Ciencias ($t(N=141) = -1,46, p = 0,148, d = 0,43$). En el caso de esta última dimensión, referida a la imagen de las ciencias correspondiente en este trabajo con aspectos relacionados con la NdC, los resultados coinciden con los datos obtenidos en estudios anteriores. En una revisión de GARCÍA-CARMONA, VÁZQUEZ-ALONSO, MANASSERO-MAS (2012) indican que estudiantes de distintas edades y países muestran concepciones de NdC más próximas a una visión absolutista o empirista de la ciencia. Por tanto, se denota una escasa comprensión sobre estos aspectos que se consideran esenciales desde la perspectiva actual de la enseñanza de las ciencias para lograr así una adecuada ACyT de la ciudadanía. Los cambios en las concepciones del alumnado sobre la NdC son lentos, y requieren de propuestas didácticas que reduzcan la propia complejidad de la NdC, lo cual parece repercutir en la motivación del alumnado pero también en la del docente (VÁZQUEZ-ALONSO et al. 2014). ACEVEDO (2009) destaca ciertos factores que dificultan una enseñanza adecuada de la NdC, uno de ellos está precisamente ligado con el papel del docente, el cual suele desconocer los enfoques didácticos más eficaces para una adecuada

enseñanza de la NdC.

4.2. ¿Existe alguna relación entre la visión inicial de los alumnos cuando es constructivista y la evolución que se observa?

Mediante la correlación de Pearson se encontró una relación significativa entre una mayor visión constructivista inicial (puntuación inicial) y una menor evolución hacia el constructivismo tras el periodo de clases (diferencia entre puntuación final e inicial), con un tamaño de efecto mediano para todas las dimensiones (Aprendizaje de las Ciencias: $r(N=142) = 0,36$, $p < 0,001$; Imagen de las Ciencias: $r(N=142) = 0,43$, $p < 0,001$; Enseñanza de las Ciencias: $r(N=142) = 0,49$, $p < 0,001$). Se observó que la evolución hacia posiciones constructivistas fue más acusada en aquellos estudiantes que partieron de posiciones más tradicionales, en relación con aquellos que ya partían de posiciones constructivistas. Se trata de un resultado esperable, ya que las posibilidades de evolución de estos últimos estudiantes eran menores. No obstante, los resultados de esta investigación muestra que la evolución de las concepciones de nuestro alumnado fue progresiva. Sin embargo, y a diferencia de los resultados obtenidos del estudio DA SILVA et al. (2005), esta evolución fue simultánea en todas las dimensiones y así lo reflejan los datos, al ser el tamaño de efecto el mismo. No obstante, hay que tener en cuenta que las investigaciones de estos autores fueron realizadas en 16 años, contando por tanto, con un periodo de evolución bastante más amplio que el nuestro. Estos autores indican que en primer lugar, cambiaron sus concepciones sobre la enseñanza/aprendizaje de las ciencias, cuando fueron conscientes de la existencia de las ideas alternativas de los estudiantes, y posteriormente, sobre la NdC, que permaneció estable los primeros años y en orientaciones básicamente empiristas. El proceso de cambio de dichas concepciones en ambas dimensiones tampoco ocurrió de manera uniforme en los resultados de GALLEGO, PÉREZ (2002).

Por otra parte, existen investigaciones que evidencian

como en ocasiones ocurre evoluciones modestas de las concepciones como es el caso de RUIZ et al. (2005). Estos autores observaron que las concepciones tanto de aprendizaje como las de enseñanza de las ciencias de una profesora estuvieron claramente vinculadas al modelo constructivista desde el comienzo del estudio. También PONTES, POYATO, OLIVA (2015) encontraron alumnos con posiciones próximas al enfoque constructivista y que, en términos globales parece que se localizan en las concepciones sobre el aprendizaje. Los resultados de estos estudios son similares a una parte de los obtenidos en nuestra investigación. Aunque puede ocurrir que no haya patrones de cambio como nos comenta PETRUCCI, DIBAR-URE (2001). Todo esto nos lleva a plantear si realmente puede haber una diversidad en los tipos de cambios experimentado por cada persona en función de su nivel de partida y, sobre todo, de llegada. Los itinerarios concretos de cambio que experimentó el equipo de RIVERO et al. (2017) fueron muy diversos. Ocurrieron progresiones débiles, medias, notables y fuertes, siendo las fuertes las menos numerosas. De todas formas, hay que tener en cuenta que los participantes podrían contestar pensando qué se espera de ellos, en función de supuestas “buenas prácticas” o pautas de enseñanza-aprendizaje “políticamente correctas” (PONTES, POYATO, OLIVA, 2015).

4.3. ¿Existe relación en la evolución hacia un modelo constructivista entre las tres dimensiones consideradas, es decir, aprendizaje, imagen y enseñanza de las ciencias?

El análisis de las correlaciones entre las dimensiones muestra que existe relación entre algunas de ellas, con tamaño de efecto pequeños. En concreto entre Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias ($r(N=142) = 0,3$, $p = 0,006$) y entre Enseñanza e Imagen de las Ciencias ($r(N=142) = 0,22$, $p = 0,009$). En cambio, no se encontró relación entre Aprendizaje e Imagen de las Ciencias ($r(N=142) = 0,12$, $p = 0,153$). A este respecto, cabe señalar que el aprendizaje presenta un carácter gradual, de manera que es posible

detectar niveles o estadios de conocimiento intermedios entre el nivel inicial y el de referencia, lo que ZEMBAL-SAUL, MUNFORD, FRIEDRICHSEN (2002) denominan levels of representation del conocimiento de los profesores. Estos niveles pueden suponer una ampliación del conocimiento en torno al fenómeno estudiado, o una reformulación o sofisticación de éste, y es posible secuenciarlos a modo de trayectorias conceptuales o progresiones de aprendizaje (DUSCHL, MAENG, SEZEN, 2011). El enfoque de las LP (las siglas en inglés del término learning progressions) es ya central en la investigación en enseñanza de las ciencias y en el desarrollo del currículum de ciencias (TALANQUER, 2013). Muy recientemente, algunos autores han puesto el foco en la progresión en la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros (HAMED AL-LAL, 2016). Es interesante que se ha observado que: (1) los maestros parten mayoritariamente de un enfoque transmisor de la enseñanza de las ciencias, (2) el cambio en su conocimiento ha sido gradual, y no se han detectado de forma mayoritaria grandes transformaciones, siendo las progresiones más frecuentes medias o notables (3) la evolución no se ha dado homogéneamente en los distintos componentes, siendo de mayor alcance en secuencia metodológica y de menor en finalidad de la evaluación, y (4) finalmente los maestros muestran una gran diversidad de enfoques (MARTÍN DEL POZO, RIVERO, SOLÍS, 2017).

En nuestro estudio, la evolución de las concepciones de los maestros en formación inicial es distinta para las tres grandes dimensiones que se diferenciaron siguiendo a RUIZ et al. (2005), y se evidencia una relación entre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y entre la enseñanza y la imagen de las ciencias que no se encuentra, sin embargo, entre aprendizaje e imagen de las ciencias. La imagen de las ciencias parece ser entonces la dimensión más estable o resistente al cambio y, desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias, aquella sobre la que la formación debería incidir, puesto que su aprendizaje parece ser más complejo. La literatura especializada insiste en que uno de los fines básicos

de la enseñanza de las ciencias es lograr que los estudiantes alcancen una adecuada comprensión de su naturaleza (PETRUCCI, DIBAR-URE, 2001), entendida como el reconocimiento y comprensión del conjunto de valores y supuestos inherentes al desarrollo del conocimiento científico (LEDERMAN, ZEIDLER, 1987). La Imagen de la Ciencia que los estudiantes adquieren parece no implicar una reflexión y elaboración por su parte, y será necesario incidir en ella con propuestas didácticas específicas, como las denominadas controversias actuales o históricas, narraciones de historia de la ciencia que plantean diversos aspectos sobre la naturaleza de la ciencia, tanto epistémicos (relativos al conocimiento científico y a los procesos de la ciencia) como no epistémicos (factores internos y externos a la comunidad científica) (ACEVEDO-DÍAZ, ARAGÓN-MÉNDEZ, GARCÍA-CARMONA, 2018; ACEVEDO-DÍAZ, GARCÍA-CARMONA, 2017; GARCÍA-CARMONA, ACEVEDO-DÍAZ, ARAGÓN-MÉNDEZ, 2018).

4.4. ¿Influyen sobre las ideas de partida de los estudiantes las variables: sexo, estudios previos y el Grado (Infantil/Primaria) que se encuentran cursando?

En relación con las variables consideradas (sexo, Grado en Educación Infantil o en Educación Primaria, contacto anterior con materias de ciencias), el análisis del contraste multivariado sólo detectó diferencias significativas, con un tamaño de efecto grande, en función de si los estudiantes cursaban el Grado de Educación Infantil o el de Educación Primaria ($F(3, N=138) = 9,68, p < 0,001, f = 0,51$). Tras el análisis de los contrastes univariados, se encontró un promedio significativamente superior en la visión inicial constructivista en los alumnos que estaban cursando Educación Infantil para las tres dimensiones: para Aprendizaje de las Ciencias con tamaño de efecto grande ($t(N=140) = 5,02, p < 0,001, d = 0,88$), para Imagen de las Ciencias con tamaño de efecto mediano ($t(N=140) = 3,11, p = 0,002, d = 0,53$) y para Enseñanza de las Ciencias de los alumnos con tamaño de efecto pequeño ($t(N=140) = 2,92, p = 0,004, d = 0,35$).

Estos resultados son coincidentes con los observado en alumnos de magisterio de la Universidad de Granada (VÍLCHEZ-GONZÁLEZ et al. 2014), a partir de un estudio llevado a cabo durante tres cursos académicos, se concluyó que el género y que los alumnos hubiesen cursado, o no, estudios previos de ciencias no eran factores que influyesen en la Imagen de la Ciencia que mostraban los alumnos en sus concepciones. Asimismo, existe una relación entre los resultados con estudios recientes sobre las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes que concluyen que el género tiene poca relación con estas (NAVARRO, FÖRSTER, 2012; ORBAY et al. 2010), las cuales pueden estar relacionada con la Imagen de la Ciencia de los alumnos.

4.5. *¿Influyen estas mismas variables en la evolución de las ideas de partida hacia posiciones más constructivistas?*

El análisis de contraste multivariado no detectó efecto significativo de ninguna de esas tres variables (sexo, grado y contacto anterior con materias de ciencias) sobre la evolución de las ideas de los estudiantes.

5. Conclusiones

El presente estudio evidencia, después de implementar propuestas didácticas de corte constructivista y orientadas a una ACyT dirigida hacia el Saber de ciencias, Saber sobre la NdC, y Saber hacer ciencias (HODSON, 1994), en la formación inicial de maestros, un cambio significativo en la visión del alumnado hacia posiciones más constructivistas, siendo esta evolución mayor en la dimensión de Aprendizaje de la Ciencias, y en Enseñanza de las Ciencias. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre la posiciones iniciales y finales para la dimensión Imagen de la Ciencia. Estos resultados serían esperables en el caso de estudiantes del Grado en Educación Primaria, puesto que por un lado, la propuesta didáctica no tenía actividades concretas que ayudasen a explicitar aspectos de la

NdC a diferencia de la propuesta del Grado en Educación Infantil. Por otro, el número de estudiantes de Educación Primaria predominaron sobre los de Infantil en este estudio (61% frente al 39%). Además, se observó que la evolución hacia posiciones constructivistas fue más acusada en aquellos estudiantes que partieron de posiciones más tradicionales, en relación con aquellos que ya partían de posiciones constructivistas. Éste es un resultado esperable, en tanto en cuanto las posibilidades de evolución de estos últimos estudiantes eran menores.

Analizando la relación de la evolución al constructivismo de las dimensiones entre sí, se observa que la evolución de la Enseñanza de la ciencia se relaciona tanto con la Imagen como con el Aprendizaje, sin embargo no hay relación entre el Aprendizaje e Imagen de la Ciencia. Es probable que los estudiantes no vieran relaciones entre cómo se construye la ciencia, o con aspectos sociales-históricos, en definitiva, con contenidos que engloban la NdC y que se consideran relevantes para contribuir a una cultura científica (HODSON, 1994). Dichos contenidos en sí mismos conllevan un cierto grado de complejidad al no ser tratados en cursos anteriores. Por tanto, es comprensible que no encuentren puntos coincidentes entre dichas dimensiones, más si cabe, si estos contenidos pocas veces se explicitan o se reflexiona sobre ellos en las aulas. Por tanto, podemos considerar que en la formación inicial de maestros, no deja de ser un reto, integrar y mejorar estos aspectos desde las asignaturas de Didáctica de las Ciencias, con una mayor incidencia de actividades basadas en la investigación científica, en la filosofía e historia de la ciencia, contextualizadas en la perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad, dado a los resultados moderadamente positivos que se están obtenido en los aprendizajes del alumnado (ACEVEDO et al., 2005).

6. Referencias

ACEVEDO, J.A. Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. **Revista Eureka**

- sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Cádiz, v. 6, n. 1, pp. 21-46. 2009.
- ACEVEDO, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 1, n. 1, pp. 3-15. 2004.
- ACEVEDO, J.A.; MANASSERO, M.A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á. Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. In: MEMBIELA, P.; PADILLA, E. (Org.). **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI**. Educación Editora. Vigo: España, 2005, pp-7-14.
- ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 2, pp. 80-111. 2003.
- ACEVEDO, J.A.; et al. Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 2, n. 2, pp. 121-140. 2005.
- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; ARAGÓN-MÉNDEZ, M.A.; GARCÍA-CARMONA, A. Comprensión de futuros profesores de ciencia sobre aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia en cuatro controversias de historia de la ciencia. **Revista Científica**, Bogotá, v. 3, n. 3, pp. 344-355. 2018.
- ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; GARCÍA-CARMONA, A. **Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica**. Catarata. Madrid: España, 2017.
- BESWICK, K. The Importance of Mathematics Teachers' Beliefs. **Australian Mathematics Teacher**, Adelaide, v. 62, n. 4, pp. 17-22. 2006.
- BLANCO, L.J.; MELLADO, V.; RUIZ, C. Conocimiento didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación de profesores. **Revista de Educación**, Madrid, v. 607, pp. 427-446. 1995.
- CAÑAL, P. La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía?. **Cultura y Educación**, v. 16, n. 3, pp. 245-257. 2004.
- CAÑAL, P. Las representaciones de los alumnos. ¿Errores a eliminar o pasos necesarios en el proceso evolutivo de reconstrucción personal del conocimiento?. In: **IV JORNADAS DE ESTUDIO SOBRE LA INVESTIGACIÓN EN LA ESCUELA**, pp.133-138, Sevilla. Actas. 1986.
- CARNIATTO, I.; FOSSA, A.M. La creencia docente y los obstáculos epistemológicos. Una investigación con profesores del curso de ciencias biológicas. In: BANET, E., DE PRO, A. (Org.). **Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias**. DM. Murcia: España, 1998. pp. 196-203.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for behavioral sciences** (2ed.). Lawrence Erlbaum. New York: United States of America, 1998.
- COLL, C.; SÁNCHEZ, E. Presentación. El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. **Revista de Educación**, Madrid, v. 346, pp. 15-32. 2008.
- CONFEDERACIÓN DE SOCIEDADES CIENTÍFICAS DE ESPAÑA. **Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España**. COSCE. Madrid: España. 2011. 115 páginas.
- CUBERO, R. **Cómo trabajar con las ideas de los alumnos**. Díada. Sevilla: España.1989.
- DA SILVA, C.; et al. Evolución de las concepciones didácticas y epistemológicas de una profesora de biología de secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Número extraordinario, pp. 1-5. 2005. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA304evocon.pdf>
- DUSCHL, R.; MAENG, S.; SEZEN, A. Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis. **Studies in Science Education**, Londres, v. 47, n. 2, pp. 123-182. 2011.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M. Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 5, n. 2, pp. 185-199, 2008.

- GALLEGO, R.; PÉREZ, R. El problema del cambio en las concepciones de estudiantes de formación avanzada. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, pp. 401-414. 2002.
- GARCÍA-CARMONA, A., ACEVEDO-DÍAZ, J.A, ARAGÓN-MÉNDEZ, M.A. La comprensión de estudiantes de educación secundaria sobre aspectos no-epistémicos de la naturaleza de la ciencia en tres controversias de historia de la ciencia. In: MARTÍNEZ-LOSADA, C.; GARCÍA BARROS, S. (Org). **28 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Iluminando el Cambio Educativo**. Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións. A Coruña: España, 2018. pp. 661-666.
- GARCÍA-CARMONA, A.; CRIADO, A.M.; CAÑAL, P. Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 32, n. 2, pp. 131-149. 2014.
- GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M.A. Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 30, n. 1, pp. 23-34. 2012.
- GIORDAN, A. y DEVECCHI, G. (1988). **Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos**. Sevilla: Díada editoras.
- GLASS, G. V.; PECKHAM, P.D.; SANDERS, J.R. Consequences of failure to meet assumptions underlying the fixed effects analysis of variance and covariance. **Review of Educational Research**, Pensilvania, v. 42, pp. 237-288. 1972.
- HAMED AL-LAL, S. **La progresión en el aprendizaje sobre la enseñanza de las ciencias basada en la investigación escolar. Un estudio con maestros en formación inicial**. 504 páginas. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla, Sevilla, 2016. Disponible en: <<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/55474>>
- HARWELL, M.R.; RUBINSTEIN, W.S.; HAYES, C.O. Summarizing Monte Carlo results in methodological research: The fixed effects single and two factor ANOVA cases. **Journal of Educational Statistics**, Nueva York, v. 17, n. 4, pp. 315-339. 1992.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, pp. 299-313. 1994.
- JIMÉNEZ-TENORIO, N.; ARAGÓN, L.; OLIVA, J.M. Percepciones de estudiantes para maestros de Educación Primaria sobre los modelos analógicos como recurso didáctico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 34, n. 3, pp. 91-112. 2016.
- KEMP, A.C. Implications of diverse meanings for "scientific literacy". In: RUBBA, P.A; RYE, J.A; DI BIASE, W.J; CRAWFORD, B.A. (Org.). **Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science**. Pensacola: United States of America, 2002. pp. 1202-1229.
- LEDERMAN, N.G.; ZEIDLER, D.L. Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? **Science Education**, Nueva York, v. 71, n. 5, pp. 721-734. 1987. DOI: <http://doi.org/10.1002/sce.3730710509>.
- LIX, M.L; KESELMAN, J.C.; KESELMAN, H.J. The analysis of repeated measurements: A quantitative research synthesis. **British Journal of Mathematical and statistical Psychology**, Indiana, v. 49, pp. 275-298. 1996.
- MARTÍN DEL POZO, R.; RIVERO, A.; SOLIS, E. La progresión en el aprendizaje de la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Número extraordinario, pp. 129-135. 2017.
- MELLADO, V. Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias, Barcelona**, v. 21, n. 3, pp. 343-358. 2003.
- NAVARRO, M.; FÖRSTER, C. Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico. **Pensamiento Educativo**.

- Revista de Investigación Educativa Latinoamericana**, Macul, v. 49, n. 1, pp. 1-17. 2012.
- ORBAY, M.; et al. Attitudes of gifted students towards science depending on some variables: A Turkish sample. **Scientific Research and Essays**, Abraka, v. 5, n. 7, pp. 693-699. 2010. Disponible en: <<http://www.academicjournals.org/SRE>>
- PEDRINACI, E.; et al. La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. In: PEDRINACI, E. (Org.). 11 ideas clave: **El desarrollo de la competencia científica**. Graó. Barcelona: España, 2012. pp. 241-267.
- PETRUCCI, D.; DIBAR-URE, M.C. Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 19, n. 2, pp. 217-229. 2001.
- PONTES, A.; POYATO, F.J.; OLIVA, J.M. Concepciones sobre el aprendizaje en estudiantes del máster de profesorado de educación secundaria del área de ciencia y tecnología. **Revista de curriculum y formación del profesorado**, Granada, v. 19, n. 2, pp. 225-243. 2015. Disponible en: <<http://www.ugr.es/local/recfpro/rev192ART14.pdf>>
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. **Investigación en la Escuela**, Sevilla, n. 24, pp. 49-58. 1994.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 15, n. 2, pp. 155-171. 1997.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 2, pp. 271-288. 1998.
- POZO, J.I.; et al. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 9, n. 1, pp. 83-94. 1991.
- RIVERO, A.; et al. Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 35, n. 1, pp. 29-52. 2017.
- ROTH, W-M.; ROYCHOUDHURY, A. Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. **Journal of Research in Science Teaching**, Champaign, v. 31, n. 1 pp. 5-30. 1994. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.3660310104>
- RUIZ, C.; et al. Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. **Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 4, n. 1, pp. 1-21. 2005. Disponible en: <<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/22945>>
- SANMARTÍ, N. Enseñar a enseñar Ciencias en Secundaria: un reto muy complicado. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, Murcia, n. 40, pp. 31-48. 2001. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=118090>>
- SCHMIDER, E.; et al. Is it really robust? Reinvestigating the robustness of ANOVA against violation of the normal distribution assumption. **Methodology, Bielefeld**, v. 6, n. 4, pp.147-151. 2010.
- SHEN, B. Science Literacy. **American Scientist, Eastern North Carolina**, v. 63, n. 3, pp. 265-268. 1975.
- SHULMAN, L.S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review, Cambridge**, v. 57, n. 1, pp. 1-22. 1987.
- TALANQUER, V. Progresiones de aprendizaje: promesa y potencial. **Educación Química**, México D.C., v. 24, n. 4, pp. 362-364. 2013.
- VALDIVIA, N. Alfabetización científica en física. El cambio curricular no ha sido suficiente. **Praxis Pedagógica**. Bogotá, v. 16, n. 18, pp. 71-87. 2016
- VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; et al. Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico análisis y evaluación de su aplicación en el aula. **Educación Química**, México D.C., v. 25, n. extra 1, pp.190-202. 2014.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANSSERO-MAS, M.A.
Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. **Revista Española de Pedagogía**, Madrid, v. 13, n.261, pp. 343-363. 2015.

VÍLCHEZ-GONZÁLEZ, J.M.; et al. Imagen de ciencia de estudiantes de magisterio. In: ALONSO ROQUE, J.I, GÓMEZ CARRASCO, C.J., IZQUIERDO RUS, T. (Org.). **La formación del**

profesorado en Educación Infantil y Educación Primaria. Editum. Murcia: España, 2014. pp. 7-20.

ZEMBAL-SAUL, C.; MUNFORD, D.; FRIEDRICHSEN, P. Technology tools for supporting scientific inquiry: A preserve science education course. In: **AT THE ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION FOR THE EDUCATION OF TEACHERS OF SCIENCE**, pp. 393-410. Charlotte, Actas. 2002.





ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DA UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTAÇÕES POR PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO DE UM MUNICÍPIO PAULISTA

CHARACTERISTIC ASPECTS OF THE USE OF EXPERIMENTATIONS BY HIGH SCHOOL PHYSICS TEACHERS IN A MUNICIPALITY OF SÃO PAULO

ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DEL USO DE EXPERIMENTACIONES POR PROFESORES DE FÍSICA DE LA ESCUELA SECUNDARIA EN UN MUNICIPIO DE SÃO PAULO

Fernanda Sauzem Wesendonk*, Eduardo Adolfo Terrazzan**

Cómo citar este artículo: Wesendonk, F. S. y Terrazzan, E. A. (2021). Aspectos característicos da utilização de experimentações por professores de física do ensino médio de um município paulista. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 96-114. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16076>

Resumo

Neste artigo, buscamos compreender os aspectos que marcam o processo de planejamento e de desenvolvimento de experimentações por professores no contexto do Ensino de Física no Ensino Médio. Para tanto, procuramos responder às seguintes questões de pesquisa: (1) Que elementos/materiais/fontes os professores de Física do Ensino Médio utilizam para a organização de atividades didáticas baseadas em experimentação? (2) Que aspectos principais caracterizam as formas pelas quais os professores de Física do Ensino Médio costumam utilizar a experimentação em suas aulas? Para a coleta de informações, realizamos entrevistas com sete professores de Física do Ensino Médio de escolas pertencentes à Rede Pública Estadual de um município brasileiro do Estado de São Paulo. Os procedimentos de organização, de tratamento e de análise das informações coletadas seguiram as orientações da perspectiva conhecida como Teoria Fundamentada. Pelas análises realizadas, foi possível evidenciar que: (1) o livro didático é o material consultado com maior frequência para auxiliar os docentes na organização dessas atividades; (2) a maior parte dos professores privilegia o uso de experimentos que são desenvolvidos com materiais de baixo custo e que motivem os estudantes; (3) as adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação ao experimento original são sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental; (4) são realizados experimentos para abordar diferentes assuntos da Física; (5) os professores costumam desenvolver as experimentações na própria sala de aula; (6) o momento da aula considerado como o mais adequado para a utilização da experimentação é durante o tratamento do assunto ou após a apresentação teórica

Recibido: 31 de março de 2020; aprovado: 22 de maio de 2020

* Doutora em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, câmpus de Bauri (UNESP), Brasil. Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. E-mail: fernandasw@furg.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8724-7775>

** Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP), Brasil. Professor Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: terraedu@yahoo.com.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4723-159X>

dele, como meio de ilustrar o conceito/fenômeno/processo em estudo; (7) se tratando de experimentos com aparatos físicos, os próprios professores costumam montar o aparato experimental e realizar a experimentação.

Palavras Chave: experimentação; profissão docente; física; ensino médio

Abstract

In this article, we seek to understand the aspects that mark the process of planning and developing experiments by teachers in the context of Physics Teaching in High School. Therefore, we try to answer the following research questions: (1) What elements/materials/sources do high school physics teachers use to organize didactic activities based on experimentation? (2) What are the main aspects that characterize how high school physics teachers usually work experimentation in their classes? To collect information, we conducted interviews with seven high school physics teachers from schools belonging to the State Public Network of a Brazilian municipality in the state of São Paulo. The procedures for organizing, processing, and analyzing the information collected followed the guidelines of the perspective known as Grounded Theory. From the analyzes carried out, it was possible to show that: (1) the textbook is the material most frequently consulted to assist teachers in organizing these activities; (2) most teachers prefer the use of experiments that are developed with low-cost materials and that motivate students; (3) the adaptations/modifications that teachers usually make in relation to the original experiment are always related to the material indicated to be used in the assembly of the experimental apparatus; (4) experiments are carried out to address different subjects in Physics; (5) teachers usually develop experiments in the classroom; (6) the moment in the process considered as the most appropriate for the use of experimentation is during the treatment of the subject or after its theoretical presentation, as a means of illustrating the concept/phenomenon/process under study; (7) in the case of experiments with sophisticated equipment, teachers usually set up the experimental apparatus themselves and carry out the experimentation.

Keywords: experimentation; teaching profession; physics; high school.

Resumen

En este artículo, buscamos comprender los aspectos que caracterizan el proceso de planificación y desarrollo de experimentos por parte de los maestros en el contexto de la enseñanza de la física en la escuela secundaria. Por lo tanto, tratamos de responder las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Qué elementos/materiales/fuentes utilizan los profesores de física de la escuela secundaria para organizar actividades didácticas basadas en la experimentación? (2) ¿Cuáles son los principales aspectos que caracterizan las formas en que los profesores de física de secundaria suelen utilizar la experimentación en sus clases? Para recopilar información, realizamos entrevistas con siete profesores de física de secundaria de escuelas pertenecientes a la Red

Pública del Estado de un municipio brasileño en el estado de São Paulo. Los procedimientos para organizar, procesar y analizar la información recopilada siguieron las pautas de la perspectiva conocida como Teoría Fundamentada. A partir de los análisis realizados, fue posible demostrar que: (1) el libro de texto es el material más consultado por los maestros para organizar estas actividades; (2) la mayoría de los maestros prefieren el uso de experimentos que se desarrollan con materiales de bajo costo y que motivan a los estudiantes; (3) las adaptaciones/modificaciones que los maestros suelen hacer en relación con el experimento original siempre tienen que ver con el tipo de material para organizar el montaje experimental; (4) se llevan a cabo experimentos para abordar diferentes temas en Física; (5) los maestros generalmente desarrollan experimentos en el salón de clase; (6) el momento del proceso considerado como el más apropiado para el uso de la experimentación es durante el tratamiento del tema o después de su presentación teórica, como un medio de ilustrar el concepto/fenómeno/proceso en estudio; (7) en el caso de los experimentos con equipos sofisticados, los propios maestros suelen instalar el aparato experimental y llevar a cabo la experimentación.

Palavras chave: experimentación; profesión docente; física; escuela secundaria polivalente.

1. Introdução

Muitos investigadores defendem que a experimentação desempenha um papel importante no Ensino de Ciências (OLIVEIRA, CASSAB, SELLES, 2012; LOPES, 2004; ARAÚJO, ABIB, 2003; GALIAZZI, et al. 2001, entre outros). Uma varredura na própria literatura da área permite identificarmos diferentes objetivos para utilização desse recurso no ensino, tais como: motivar os alunos; possibilitar a aprendizagem sobre determinado assunto; desenvolver habilidades manipulativas; verificar um fenômeno/processo estudado anteriormente, entre outros objetivos. Podemos afirmar, então, que a literatura da área de Ensino de Ciências apresenta aportes sobre os objetivos e as finalidades da experimentação no âmbito escolar. No entanto, constatamos que ela não fornece, muitas vezes, subsídios que dê evidências claras sobre a utilização desse recurso didático por professores, a forma como essa utilização ocorre e os critérios adotados pelos docentes para a seleção da experimentação.

Em um trabalho de revisão de literatura em periódicos acadêmico-científicos nacionais da área de Ensino de Ciências (WESENDONK; TERRAZZAN, 2016), procuramos caracterizar os artigos publicados sobre experimentação no Ensino de Física, em termos de

focos e intenções de pesquisa, bem como de resultados construídos no âmbito dessas investigações. Para isso, utilizamos como fontes de informações 10 Periódicos Acadêmico-Científicos nacionais, com publicações disponíveis em websites, de classificação A1, A2 e B1 no Qualis CAPES, no âmbito da área de avaliação "Ensino". Foram identificados e analisados 147 trabalhos publicados no período de 2009 a 2013, os quais apresentavam como foco principal de investigação a experimentação. Esses trabalhos foram classificados em categorias estabelecidas a priori e em subcategorias estabelecidas a posteriori. Ao final, constatamos que a frequência relativa de artigos que tratam sobre essa temática é baixa (9% dos artigos publicados nos periódicos acadêmico-científicos, no período analisado, têm como foco a experimentação). A maior parte dessas investigações apresenta propostas de experimentos para o estudo de determinados assuntos da Física ou para a determinação de grandezas físicas. Por outro lado, constatou-se uma precariedade relacionada às investigações que apresentam discussões aprofundadas sobre a utilização de experimentações por professores no contexto escolar e que, além disso, discutam fundamentos dessa utilização. A nossa interpretação para os resultados obtidos é de que a contribuição dessas produções para o

desenvolvimento de discussões conceituais a respeito das potencialidades e das limitações de uso da experimentação no Ensino de Física é relativamente pequena, considerando-se o foco das investigações analisadas. A seção de finalização desses artigos, em geral, pouco contribui para maiores discussões sobre as possíveis potencialidades do uso da experimentação no contexto escolar. A maior parte das conclusões/considerações finais reafirma as intenções de pesquisa ou reduz esse item à apresentação dos resultados obtidos mediante o desenvolvimento do experimento discutido no âmbito do trabalho. Soma-se a essas constatações, a identificação do uso de proposições gerais e já recorrentes na área a respeito do uso de experimentações no ensino, as quais remetem-se, por exemplo, às contribuições da experimentação para despertar o interesse dos alunos para a aprendizagem de assuntos relacionados à Ciência.

Frente ao exposto, sentimo-nos instigados a desenvolver e a divulgar os resultados de uma investigação com foco na utilização da experimentação no desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico de professores de Física do Ensino Médio. Cabe salientar que estamos considerando não apenas os experimentos realizados mediante o uso de aparatos físicos, mas, também, os experimentos de pensamento e as simulações computacionais, as quais também são consideradas, nesta investigação, como modalidades de experimentação.

Entendemos que existem fatores de diferentes naturezas que influenciam diretamente tanto na frequência de utilização de experimentações nas aulas de Física, como na forma como os professores organizam e desenvolvem atividades didáticas baseadas nesse recurso didático. No relato de pesquisa que será apresentado na sequência, procuramos enfatizar o processo de planejamento e de desenvolvimento de atividades didáticas baseadas em experimentação por professores de Física participantes de nossa investigação. De modo mais específico, buscamos compreender os aspectos que marcam o processo de planejamento e de desenvolvimento de tais atividades pelos professores no contexto do Ensino de

Física no Ensino Médio. O tratamento e a análise das informações coletadas mediante a realização de entrevistas seguiram as orientações da perspectiva conhecida como Teoria Fundamentada, de modo a nos permitir responder às seguintes questões de pesquisa: (1) Que elementos/materiais/fontes os professores de Física do Ensino Médio utilizam para a organização de atividades didáticas baseadas em experimentação? (2) Que aspectos principais caracterizam as formas pelas quais os professores de Física do Ensino Médio costumam utilizar a experimentação em suas aulas?

1. Aspectos relacionados à utilização da experimentação no Ensino de Ciências

Desde a inserção da experimentação nos currículos das disciplinas científicas, no final do século XIX, mantém-se a crença de que esse recurso desempenha um papel importante no Ensino de Ciências. A sua utilização, a partir de então, tem sido associada a objetivos educativos de superação de dificuldades de aprendizagem e de motivação de alunos pela aprendizagem do conhecimento científico. (GIL-PÉREZ, et al. 1999; HODSON, 1994; BARBERÁ; VALDÉS, 1996)

Os professores, mesmo confiantes na importância da experimentação no contexto escolar, frequentemente acabam por prescindir-la e, quando a utilizam, essa se torna, muitas vezes, ineficaz para o processo de ensino/aprendizagem, devido ao modo como é planejada e desenvolvida com os alunos, em aula (BARBERÁ, VALDÉS, 1996; GIL-PÉREZ, et al. 1999), pois um grande número de experimentações que são realizadas no Ensino de Ciências, atualmente, não envolve os alunos por meio da exploração e da explicação de fenômenos ou processos contemplados em tal atividade. HODSON (1990) avalia que a experimentação é conduzida em muitas escolas a partir de uma concepção pobre, confusa e não produtiva. Os professores utilizam a experimentação sem uma adequada reflexão, ou seja, mantêm a crença de que esse recurso é a solução para todos os problemas de aprendizagem no Ensino de

Ciências. Em conformidade com o exposto, MOTTA, MEDEIROS, MOTOKANE (2018) argumentam que, no âmbito escolar, a experimentação é reduzida, muitas vezes, à manipulação de aparatos físicos, sem que haja espaço para a reflexão. Para os autores, esses fatos reforçam uma visão distorcida de como a Ciência produz conhecimento científico. A experimentação integra grande parte dos processos de produção de conhecimento nas Ciências Naturais; portanto, faz parte da construção e evolução dessa área do conhecimento. Conseqüentemente, torna-se coerente ela estar presente em atividades direcionadas ao ensino de assuntos relacionados às disciplinas científicas. No entanto, por si só, ela não garante bons resultados de aprendizagem e, tampouco, resolve todos os problemas do Ensino de Ciências. Em consonância, podemos afirmar que não basta a utilização de experimentações em contexto escolar, sem o planejamento de como elas serão abordadas, as questões que nortearão a sua execução e as discussões e reflexões que poderão decorrer do seu desenvolvimento. O planejamento desses aspectos permitirá avaliar se a experimentação consistirá em um recurso potencial para o processo de ensino/aprendizagem. (PRADO; WESENDONK, 2019).

O enfoque que se dá à experimentação está diretamente relacionado aos objetivos que se pretende atingir mediante a realização de atividades didáticas baseadas nesse recurso didático, e esses objetivos dependem da concepção que se tem de como se faz Ciência e de como se pode aprender Ciência. Os objetivos de uso de experimentações podem ser associados a aspectos ou dimensões características do conhecimento de uma área científica, tais como:

- **Dimensão conceitual:** Auxiliar os alunos a aprender (elementos de) Ciências (área científica específica);
- **Dimensão epistemológica:** Auxiliar os alunos a aprender (elementos) sobre como a Ciência (área científica específica) é construída e se desenvolve;
- **Dimensão metodológica:** Auxiliar os alunos a aprender (elementos) sobre como fazer Ciências

(área científica específica). (WESENDONK, 2015; Adaptado de HODSON, 1994)

Essas três dimensões são igualmente importantes e necessárias, isto é, devem ser consideradas pelo professor durante o planejamento e o desenvolvimento de atividades didáticas baseadas em experimentação. No entanto, sabemos que contemplá-las, simultaneamente, em uma atividade nem sempre é possível; por outro lado, consideramos que o professor não deve desenvolver experimentações pensando apenas na dimensão conceitual, como, a princípio, ocorre.

Esses objetivos nos fazem entender que a experimentação desempenha um papel específico no Ensino de Ciências, que a diferencia de outro recurso didático. Utilizar experimentações para motivar os alunos ou apenas visando à aprendizagem de conceitos reduz os seus objetivos, pois outros recursos didáticos também podem desempenhar essas funções. Além disso, a experimentação é adequada para o ensino de determinados assuntos científicos, mas não de todos. Há determinados assuntos que são melhores abordados mediante a utilização de outros recursos didáticos. Ainda, devemos considerar que há momentos da programação curricular que são mais propícios para o desenvolvimento de experimentos do que outros. Concomitantemente, faz-se necessário salientar que existem diferentes modalidades de experimentação e que essas podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, conforme os objetivos que o professor pretende atingir, das peculiaridades do assunto que será tratado e das necessidades presentes em uma situação de ensino/aprendizagem.

2. Caracterização das modalidades de experimentação para o Ensino de Ciências

Nesta investigação, estamos considerando os experimentos realizados mediante o uso de aparatos físicos, os experimentos de pensamento e as simulações computacionais como modalidades de experimentação.

Definimos os experimentos com aparatos físicos como montagens/dispositivos/aparatos que se

referem a uma determinada situação física (fenômeno ou processo) e que são acompanhados de procedimentos empíricos (qualitativos e/ou quantitativos), formando um conjunto que pode embasar uma atividade com finalidades didático-pedagógicas, associadas a algumas possibilidades, tais como:

1. *Problematizar essa situação física, questionar sobre alguns de seus aspectos principais e sobre o que os alunos sabem sobre ela;*
2. *Identificar e/ou controlar variáveis relevantes dessa situação e estabelecer relações entre essas variáveis;*
3. *Estudar essa situação, ou aprofundar-se no conhecimento sistematizado sobre essa situação, ou ainda, construir e compartilhar conhecimentos sobre essa situação, tomando-a como objeto mediador entre teorias/modelos/leis/conceitos científicos e a realidade natural;*
4. *Resolver problemas específicos associados a essa situação física. (WESENDONK, 2015; Adaptado e ampliado a partir de LOPES, 2004)*

Consideramos que os experimentos com aparatos físicos podem apresentar diferentes abordagens, de acordo com suas finalidades didáticas, diferenciando-se o modo pelo qual são planejados e conduzidos, a saber: demonstração experimental, verificação experimental e resolução experimental de um problema da realidade do aluno. Cabe ao professor, ao planejar uma atividade didática baseada nesse recurso didático, avaliar qual dessas abordagens melhor se adapta às necessidades de sua turma e de sua aula (PRADO; WESENDONK, 2019).

Quando se fala em experimentos, a primeira imagem que nos vem à cabeça é a de experimentar com as mãos, isto é, relacionamos a experimentação apenas a algo “palpável”, “manipulável”. Porém, o importante não é somente a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas para problemas da realidade, com relevância para os alunos, em atividades que podem ser puramente de pensamento e/ou de simulação (BORGES, 2002).

O concreto – qualidade atribuída a um objeto de conhecimento –, pode apresentar duas dimensões, ambas igualmente importantes. A primeira refere-se

ao sentido de qualificar um objeto como possuidor de uma ‘certa materialidade’. E a segunda dimensão, pouco frequente, refere-se ao ‘conteúdo de significações’ presente no objeto. É exatamente essa segunda dimensão do concreto que pode fazer com que alguns conteúdos conceituais da área curricular de Ciências Naturais, tão sem sentidos para alguns alunos, sejam compreensíveis com certa facilidade por outros (TERRAZZAN, 1994). E, diante dessa ideia de que o ‘conteúdo de significações’ pode ser superior à ‘dimensão palpável’, na definição de concretude de um objeto de conhecimento, que temos os experimentos de pensamento.

Em 1897, o físico Ernst Mach adota o termo *gedankenexperiment* (consolidado na língua inglesa como *thought experiment*) para denominar um comportamento de investigação científica análoga aos procedimentos que deveriam ser adotados para a realização de um experimento com aparato físico. Embora Mach tenha popularizado o termo, foi Hans Christian Oersterd, aproximadamente em 1812, o primeiro a utilizar a mistura latim-alemão *Gedankenexperiment* e, por volta de 1820, o termo é totalmente apresentado na língua alemã (*Gedankenversuch*) (KIOURANIS, 2009). Utilizamos, no âmbito deste trabalho, a denominação “experimento de pensamento” para nos referirmos aos experimentos desenvolvidos mediante a utilização da imaginação e de argumentações de consistência lógica.

Na história da Física, há muitos momentos em que esses experimentos foram um dos determinantes para apoiar a supremacia de uma explicação teórica sobre a outra em disputa. Em consonância, os experimentos de pensamento podem se tornar recursos potenciais para desenvolvimentos didáticos no ensino de disciplinas científicas, assim como o são na própria pesquisa da área, para a construção e compreensão de conteúdos difíceis e de natureza contestável.

Em relação às simulações computacionais, essas representam umas das formas mais recorrentes de introdução do computador no contexto escolar. Isso porque elas tornam viáveis, em muitos casos, a realização de experimentos que só poderiam ser

desenvolvidos em laboratórios bem equipados, ou por ajudar a compreender aspectos sutis de um determinado processo/fenômeno de uma disciplina científica (FIOLHAIS, TRINDADE, 2003). Elas têm a peculiaridade de permitir que os resultados da experimentação sejam vistos com clareza, repetidas vezes e, ainda, envolver um grande número de variáveis para serem manipuladas (COELHO, 2002). Na mesma perspectiva, TAVARES (2008) afirma que a utilização desse recurso didático possibilita que os alunos observem, em alguns minutos, a evolução temporal de um fenômeno/processo, o que poderia levar muito mais tempo se fosse desenvolvido um experimento com aparato físico para tal finalidade, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar.

As simulações são muito úteis em situações em que o experimento físico é impossível de ser realizado pelos estudantes ou a execução é muito difícil. Estão, também, dentro da classe de eventos a serem alvos prioritários dessa modalidade computacional os experimentos perigosos ou de realizações muito caras, assim como os que envolvem fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos (SNIR, et al. 1988, apud MEDEIROS, MEDEIROS, 2002). Durante a sua utilização, é possível que o aluno altere vários parâmetros da simulação, explore a situação física representada e verifique as implicações das alterações feitas no comportamento do fenômeno ou processo investigado.

BRITO (2009) destaca as potencialidades das simulações computacionais em comparação com as demais modalidades de experimentação, com argumento de que mediante a utilização de simulações os estudantes podem analisar fenômenos sem a necessidade de manipulação de aparatos físicos e, ainda, podem estudar e visualizar fenômenos/processos físicos que comumente eram tratados apenas mediante experimentos de pensamento. Em concomitância, ARANTES, MIRANDA, STUDART (2010) enfatizam que as simulações computacionais, frente aos avanços dos computadores, já se constituem em recursos potenciais para o tratamento de conteúdos científicos e para tornar os professores mediadores

e os alunos autônomos no processo de ensino e de aprendizagem. No entanto, é de suma importância que o docente esteja consciente e explique ao estudante que as simulações representam simplificações e aproximações da realidade, caso contrário, os alunos podem construir uma compreensão errada da situação física em estudo. Em consonância com esse argumento, LOPES (2004) afirma que um programa de simulação representa a realidade, mas não é a realidade propriamente dita. Trata-se sempre um modelo da realidade, ainda que em muitos casos seja uma aproximação quase perfeita.

Por fim, cabe ressaltar que essas três modalidades de experimentação podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, conforme os objetivos que o professor pretende atingir, das peculiaridades do assunto que será discutido com os alunos e das necessidades presentes em uma específica situação de ensino/aprendizagem.

3. Procedimentos metodológicos adotados

Neste artigo, apresentamos um recorte dos resultados obtidos em uma investigação realizada no âmbito de um curso de mestrado em Educação para a Ciência. Na pesquisa foram aplicados questionários e realizadas entrevistas com professores de Física em serviço em escolas pertencentes à Rede Pública Estadual de um município brasileiro do Estado de São Paulo.

O questionário foi elaborado com o objetivo de construirmos um panorama geral de como materiais e recursos didáticos têm sido utilizados por professores de Física no desenvolvimento de suas atividades no contexto escolar, além disso, com a intenção de constituirmos a amostra para a próxima etapa de nossa pesquisa. Ele solicitava, inicialmente, um conjunto de informações cadastrais e relativas à formação acadêmica e experiência profissional dos professores, bem como sobre o vínculo profissional docente atual. Na sequência, o instrumento apresentava um conjunto de 04 questões relativas à experiência profissional docente na disciplina de Física no Ensino Médio, 01 questão

relativa à preparação de aulas para a disciplina de Física. Posteriormente o questionário apresentava duas seções, cada uma com 03 questões abertas e fechadas, relativas à utilização do Caderno do Professor de Física disponibilizado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE/SP) e de Livros de Didáticos de Física. Por fim, o questionário apresentava 01 questão relativa ao uso de outros materiais didáticos pelo professor e uma seção com 07 questões relacionadas, especificamente, à utilização de experimentações no Ensino de Física. De modo a finalizar o questionário, aproveitamos para perguntar aos professores respondentes se teriam disponibilidade para que voltássemos a contatá-los para uma conversa de aprofundamento sobre algumas das questões apresentadas nesse instrumento de coleta de informações.

A pesquisa envolveu as 30 Escolas de Educação Básica da Rede Escolar Pública Estadual lotadas na respectiva cidade, que possuem o Ensino Médio como etapa de escolaridade. Primeiramente, contatamos os membros das equipes gestoras dessas escolas e informamos os objetivos de nossa investigação. Após essa etapa, iniciamos a tentativa de contatar diretamente os professores de Física das 28 escolas que responderam positivamente à nossa solicitação de coleta de informações para o preenchimento do questionário.

No contato com todas as escolas da Rede Escolar Pública Estadual da cidade, constatamos que há aproximadamente 45 professores de Física em serviço nessas instituições. Desses professores, obtivemos retorno de apenas 15, correspondentes a 10 escolas. Todos os questionários preenchidos foram transcritos e armazenados em acervo físico e digital. Um dos fatores que pode ser associado à baixa devolutiva do questionário preenchido pelos professores, é a extensão do instrumento de pesquisa (12 páginas). Muitos membros da coordenação pedagógica que tiveram contato com o instrumento, bem como alguns professores, expuseram de antemão que esse fator, somado à pouca disponibilidade de tempo do docente, condicionariam o preenchimento do instrumento.

A entrevista com os respectivos professores tinha

como objetivo o aprofundamento de questões presentes no questionário e a ampliação de discussões referentes à utilização de experimentações no Ensino de Física. Para tanto, procuramos contatar todos os professores que haviam respondido nosso questionário. Um professor já havia indicado no instrumento que não teria disponibilidade para uma conversa posterior, desse modo, esse professor não foi contatado novamente. Não foi possível estabelecer contato com dois professores, uma vez que não estavam mais atuando na escola que ministravam aulas no período de aplicação do questionário. Um professor estava em licença da escola, por período indeterminado, devido a problemas de saúde. Cinco professores não aceitaram realizar a entrevista, alegando falta de tempo para isso.

Assim, realizamos entrevistas com sete (07) professores de física, sendo que um deles não havia fornecido informações mediante o questionário, por falta de tempo disponível, mas em um novo contato, durante o período de realização de entrevistas, manifestou interesse em contribuir para o estudo. Esse professor atua em uma escola em que, até então, não havíamos obtido retorno de algum professor de Física para nossos instrumentos de pesquisa. Sendo assim, a nossa pesquisa envolveu, no total, 11 escolas da Rede. Cabe destacar que foi entregue aos professores, anteriormente à realização da entrevista, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual foi lido em conjunto e assinado pelo pesquisador responsável pela pesquisa e pelo docente que estava concedendo a entrevista. Todas as entrevistas foram realizadas no âmbito das escolas em que os docentes atuavam, tiveram, em média, a duração de 40 minutos, foram audiogravadas e, posteriormente, transcritas.

Neste artigo, discutiremos informações coletadas mediante a realização de entrevista. O roteiro utilizado foi constituído por dois blocos: o primeiro relaciona a experimentação à experiência acadêmica do professor e o segundo relaciona a experimentação à sua experiência profissional.

Na tabela 1 apresentamos as questões do roteiro de entrevista utilizadas neste estudo, em particular.

Tabela 1. Instrumento utilizado para responder às questões de pesquisa.

N.	Questão de Pesquisa	Questões do roteiro de entrevista
1	Que elementos/materiais/fontes os professores de Física do Ensino Médio utilizam para a organização de atividades didáticas baseadas em experimentação?	<p>Bloco 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você costuma utilizar experimentações em suas aulas de Física? <p>Que motivos levam você a tal atitude?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que modalidades de experimentação (Experimento com aparato físico, Experimento de pensamento e Simulação computacional), e para tratar que assuntos, você costuma utilizar em suas aulas de Física? • Que tipos de materiais você costuma consultar para lhe auxiliar na organização de Atividades Didáticas que têm por base a Experimentação? <p>o Onde você costuma buscar exemplares, orientações, referências para utilização de experimentação em suas aulas de Física?</p> <p>o Que critérios você costuma utilizar para a seleção dos experimentos que serão utilizados?</p> <p>o Que adaptações/modificações você costuma fazer, em relação ao material original?</p>
2	Que aspectos principais caracterizam as formas pelas quais os professores de Física do Ensino Médio costumam utilizar a experimentação em suas aulas?	<p>Bloco 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você poderia citar exemplos de experimentações que costuma desenvolver com seus alunos, nas aulas de Física? • Você poderia detalhar alguns aspectos que envolvem a utilização que você faz de experimentações em suas aulas de Física? <p>o Que local você costuma utilizar para a realização dessas experimentações?</p> <p>o Que materiais você utiliza para a realização dessas experimentações?</p> <p>o Em que momentos do desenvolvimento/tratamento de um assunto, você costuma utilizar experimentações (no início do tratamento, para introduzir e/ou problematizar o assunto, durante o desenvolvimento do assunto, ou na finalização do tratamento?)</p> <p>o Quando você utiliza experimentos com aparato físico, quem realiza a montagem do aparato? E quem desenvolve a experimentação?</p>

Fonte: autoria própria.

Para tratar e analisar as informações coletadas mediante esse instrumento, utilizamos a categorização temática ou codificação (GIBBS, 2009) a qual está baseada na perspectiva da Teoria Fundamentada (CHARMAZ, 2009). O foco da teoria fundamentada está na utilização de categorias construídas a partir

das informações coletadas. Na investigação aqui relatada, os critérios e as categorias foram estabelecidos a posteriori, ou seja, decorrentes da leitura e da interpretação das informações coletadas.

4. Discussão de resultados

Inicialmente, iremos apresentar um panorama sobre o número de professores envolvidos em nosso estudo que desenvolvem a experimentação em suas aulas de Física, e quais modalidades desse recurso didático são por eles utilizadas.

Dos sete (07) professores entrevistados, seis (06) indicam utilizar experimentações em suas aulas e um (01) afirma ainda não ter desenvolvido atividades didáticas baseadas nesse recurso didático com seus alunos. Cabe destacar que esse docente, no período em que foi realizada essa investigação, havia sido inserido recentemente na Educação Básica, mediante um Concurso Público para provimento de cargos de Professor da Educação Básica II, promovido pela SEE/SP.

Em relação às modalidades de experimentação que costumam utilizar, percebemos, mediante análise das informações coletadas, que antes de indicarmos aos professores claramente as três modalidades consideradas nesta investigação (experimento com aparatos físicos, experimento de pensamento e simulação computacional), as respostas deles nos indicam uma associação direta ao experimento realizado mediante a utilização de aparatos físicos. Essa evidência está em consonância com a afirmativa apresentada por BORGES (2002), em seu artigo “Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências”. Para o autor quando se fala em experimentos, a primeira imagem que nos vem à cabeça é a de experimentar com as mãos, ou seja, relacionamos a experimentação apenas a algo “palpável”, “manipulável”, sem considerarmos as suas outras possíveis vertentes.

Todavia, quando questionados explicitamente sobre as modalidades de experimentações que costumam utilizar com os alunos, em situações de ensino/aprendizagem, dentre os seis (06) professores que afirmam utilizar esse recurso didático, três (03) indicam a utilização de experimentos com aparatos físicos, dois (02) indicam a utilização de experimentos de pensamento e um (01) professor afirma utilizar tanto experimentos com aparatos físicos, quanto

experimentos de pensamento. Destaca-se, nesse momento, a ausência de indicação de simulações computacionais como uma modalidade de experimentação utilizada pelos docentes entrevistados.

Partimos do pressuposto que para o professor organizar atividades didáticas que têm por base a experimentação, primeiramente, ele busca exemplares, orientações, referências para a utilização desse recurso em alguns materiais, a partir de critérios já definidos. E, em seguida, realiza adaptações/modificações nesses exemplares, de modo a deixar a atividade de acordo com os objetivos que pretende atingir com seus alunos.

Diante disso, para responder à primeira questão de pesquisa, procuramos identificar (1) quais os materiais/fontes consultados pelos professores para buscar exemplares de experimentações para serem utilizadas em suas aulas de Física, (2) quais os critérios utilizados para realizar essa seleção e (3) quais as adaptações/modificações que costumam fazer em relação à proposta original do experimento.

Em relação aos *materiais consultados para auxiliar na organização de atividades didáticas baseadas em experimentação*, obtivemos respostas de seis (06) professores, uma vez que um (01) professor ainda não fez uso de experimentações em suas aulas de Física. Desses seis (06) professores, quatro (04) afirmam utilizar livros didáticos para buscar exemplares, orientações, referências para a utilização de experimentações em suas aulas.

“Olha, todos os livros trazem um experimento ou outro. Todos eles trazem, então, e vario bastante. Olho bem os livros, escolho aquele que eu acho que tá mais adequado à nossa realidade.” PF 11¹

As falas dos professores nos indicam que eles têm certo conhecimento sobre os experimentos propostos nos livros didáticos, já que afirmam fazer a leitura das apresentações baseadas em experimentos

¹ Utilizamos as letras ‘PF’ para nos referirmos aos professores de física. Os números utilizados em cada código remetem para as 11 escolas envolvidas na pesquisa, conforme uma listagem aleatória das escolas que organizamos. No caso daquelas escolas em que mais de um professor de física forneceu informações, utilizamos os códigos PF 04-01, PF 04-02, e assim por diante. A letra ‘P’ foi utilizada para nos referirmos ao pesquisador que realizou as entrevistas.

ou consideram que há uma variedade dessas apresentações nesses materiais didáticos.

Em 2008, a SEE/SP implementou o Programa “São Paulo faz Escola”, como uma nova forma de organizar a Rede Pública do Estado, por meio do estabelecimento de um currículo básico e da distribuição de materiais didáticos para os Anos Finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio. Esses materiais didáticos são denominados de Caderno do Professor e Caderno do Aluno, ambos organizados por disciplina/série(ano)/bimestre. Esses Cadernos aparecem na fala de dois professores (02/06) como um dos materiais que costumam consultar para auxiliá-los na organização de atividades didáticas baseadas em experimentação. O mesmo número de professores (02/06) costuma utilizar sites para buscar exemplares, orientações, referências para a utilização de experimentações em suas aulas. Entre os sites, aparecem os de instituições de ensino superior, os de professores universitários e vídeos postados no site do YouTube.

“Tem um site [...] que ele realmente coloca vários experimentos usando material do dia a dia, é bem interessante. Ele coloca ali os materiais que precisa, explica basicamente como é o experimento e tal... eu gosto de usar esse site e o canal no YouTube [...], que ele faz vários experimentos usando também material do dia a dia.” PF 02

Um professor (01/06) afirma utilizar provas de avaliações externas como referência para organizar atividades didáticas baseadas em experimentações. Certamente, essa afirmativa causa estranheza. Contudo, esse docente, o qual afirmou inicialmente fazer uso de experimentos de pensamento, indica planejar as atividades baseadas nesse recurso a partir de questões selecionadas de provas de exames vestibulares ou de provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). No entanto, como destacaremos na discussão da próxima questão de pesquisa, esses experimentos, na verdade, correspondem a simples descrições de situações físicas.

“Às vezes, eu levava xerocada pra eles alguns exercícios e com base nos exercícios fazia...ia montando, sistematizando o exercício [...] minha lousa é repleta

de desenhos sempre, então, a gente vai transformando tudo aquilo que tá no texto em desenho pra ele ir imaginando aquilo.” PF 10

Em relação aos critérios utilizados para a seleção de experimentações a serem utilizadas nas aulas de Física, metade dos professores (03/06) considera a disponibilidade de materiais para o desenvolvimento do experimento com aparato físico. Em geral, os professores selecionam experimentações que possam ser realizadas com materiais de fácil aquisição e de baixo custo.

“O material também. Tipo assim, eu vou lá, tenho vela, tenho...então dá fazer esse daqui. Dá pra comprar lâmpada? Então, dá pra montar aquele outro ali [...]” PF 04-02

Dois professores (02/06) procuram selecionar experimentos que motivem os alunos de algum modo. Um desses professores também está incluído na categoria anterior, a qual se refere à disponibilidade de material. Além desses critérios, o docente afirma que seleciona experimentações em que a montagem do aparato experimental seja simples e que os resultados construídos com o desenvolvimento do experimento sejam de fácil entendimento para os estudantes.

“Geralmente são os experimentos não muito sofisticados [...] tem que ter um material mais simples [...], porque geralmente as escolas não têm laboratório equipado, como aqui também nem tem laboratório [...] e tem que ser experimentos que realmente, vamos dizer assim, não tenha muitas dificuldades na hora da montagem pros alunos, que o resultado seja bem claro [...], que não fique algo meio obscuro, que deixe dúvidas pro aluno [...] e eu gosto de pegar experimentos que causem impacto também, [...] que o visual cause impacto [...] Pra chamar a atenção dos alunos...” PF 02

Um professor (01/06) indica como critério a adequação do uso de experimentação para o desenvolvimento didático do assunto de Física programado no currículo. Na verdade, estamos nos referindo àquele professor que descreve situações físicas a partir de exercícios. Ele afirma desenvolver experimentos de pensamento a partir de exercícios selecionados de

provas de exames vestibulares e do ENEM e, também, de livros didáticos. De acordo com o professor, são selecionados os exercícios correspondentes ao assunto programado no currículo para estudo.

“Era tudo com base no currículo. Olhava o conteúdo que seria trabalhado na apostila [Caderno do Professor/Aluno]. Via na apostila, primeiro, se tinha alguma coisa que dava pra se aproveitar, que quase nunca dá e aí, seguindo pro material didático, eu ia montando os exercícios, coletando exercícios que coubessem no material.” PF 10

E, para um professor (01/06) não há um critério específico para a seleção de experimentações.

“[...] Não tem critério não. Depende da turma, depende do dia, como é que você tá...” PF 08

Quanto às adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação às atividades didáticas selecionadas, ficou evidente que professores costumam fazer adaptações sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental. Isto é, os professores fazem a substituição de um material recomendado na proposta original do experimento por outro de baixo custo ou de fácil aquisição.

“É, nem sempre vai ter o material que tá lá no caderninho [Caderno do Professor/Aluno], eu vou... então, substitui...” PF 04-02

A partir das informações coletadas e analisadas, constatamos que a maior parte dos professores faz uso de experimentos com aparatos físicos e, geralmente, associa a experimentação a essa modalidade. Concomitantemente, evidenciou-se a ausência de utilização de simulações computacionais no contexto das aulas dos professores de Física participantes desta investigação. Talvez isso possa ser justificado pela necessidade de o professor ter que dispor de um tempo maior para a busca de uma simulação, uma vez que, por exemplo, em materiais didáticos, como os livros, a atividade baseada nesse recurso não está ali proposta explicitamente, como ocorre no caso de experimentos com aparatos físicos. Soma-se a isso, que para desenvolvê-la, provavelmente, o professor terá que sair do âmbito da sala de aula e ir para outro espaço com os estudantes, normalmente para o

laboratório de informática, ainda que a maior parte das escolas envolvidas nessa investigação possua laboratório de informática, com boas condições físicas e de uso (WESENDONK; TERRAZZAN, 2020). No entanto, entendemos que essa prática já exige uma maior disponibilidade de tempo e um maior controle do professor sobre os alunos.

Em relação ao processo de organização de atividades didáticas que têm por base a experimentação, podemos afirmar que: (1) o livro didático é o material consultado com maior frequência para auxiliar os docentes na organização dessas atividades; (2) a maior parte dos professores privilegia o uso de experimentos que são desenvolvidos com materiais de baixo custo e que motivem os estudantes; (3) as adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação ao experimento original são sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental. Entendemos, diante das evidências, que os professores já selecionam aqueles experimentos que podem ser facilmente realizados com os alunos, ou seja, o docente opta por aqueles que podem ser desenvolvidos tal como está apresentado no material em que o selecionou. Podemos inferir, assim, que as atividades didáticas baseadas em experimentações, as quais exijam maiores adaptações/modificações para serem desenvolvidas no contexto em que o professor está inserido, são descartadas de imediato. Para responder à segunda questão de pesquisa, procuramos conhecer alguns aspectos envolvidos na utilização de experimentações pelos respectivos professores, tais como: (1) assuntos de Física abordados; (2) materiais utilizados; (3) espaços utilizados para a realização de experimentações; (4) momento do desenvolvimento de um assunto programado mais adequado para a utilização de experimentações; (5) responsabilidade pela montagem dos aparatos experimentais e pela realização das experimentações. Em relação ao primeiro aspecto, *assuntos de Física tratados mediante a utilização de experimentações*, como as categorias não são excludentes, o número de ocorrência não corresponde ao número de professores entrevistados. Além disso, obtivemos

respostas referentes a esse item de seis (06) professores, uma vez que um dos entrevistados ainda não havia utilizado experimentações em suas aulas de Física, no período de realização da entrevista.

Foi possível constatar que metade dos professores (03/06) desenvolve experimentos para tratar de assuntos relacionados à Eletricidade e ao Magnetismo. Um dos experimentos mais recorrentes relacionado a esse tópico é sobre circuitos elétricos. Três professores (03/06) indicam desenvolver experimentos relacionados à Física Ondulatória, como por exemplo, refração e reflexão interna total. Dois professores (02/06) afirmam desenvolver experimentações para tratar de assuntos relacionados à Mecânica. Como exemplo, podemos citar experimentos que tratam sobre gravidade e colisões. E o mesmo número de professores (02/06) afirma realizar experimentos relacionados à Física Térmica, como, por exemplo, processos de transferência de energia na forma de calor.

Solicitamos aos professores que citassem exemplos de experimentações que costumam desenvolver com os alunos. Identificamos, mediante essa questão, que os professores utilizam experimentações para tratar dos mais variados assuntos/tópicos conceituais da Física, conforme as respostas a seguir:

“[...] você colocava um metal, colocava um pedacinho de ferro e começava a esquentar, daí mostrava [...] o calor por condução [...] depois, calor por convecção, que você coloca a vela [...] aquele que você deixe ele em espiral e coloca a vela embaixo e mostra que ele girava [...] então, eram experimentos bem básicos assim para eles. E esse ano eu fiz outro [...] para mostrar ligações em série e em paralelo. [...] eu comprei umas lâmpadas lá e montei, coloquei o bocal, tudo assim e liguei na tomada...então, deu para mostrar pra eles ligação em série e em paralelo.” PF 04-02

“Faço eles imaginarem que eles tão na lua, tem pouca gravidade, né?! Eu falo pra eles do avião também. Tá lá em cima, direcionando o avião pra baixo dá pra simular a gravidade zero. [...] a gente fala sobre colisão de carros, né, calculando as velocidades...É isso.” PF 06-03

“[...] “imagina um raio caindo imagina o tempo que demora pra você ouvir o raio”, assim eles conseguem...quando tá chovendo que é legal fazer isso, é legal que eles pegam rápido.” PF 10

“Eu utilizei circuitos elétricos em série, foi uma coisa bem simples mesmo, com fios, com lâmpadas, daí fechava a chavinha, acendia a lâmpada, né? E também eu levei [...] aquelas lâmpadas de natal, sabe? Pra ver o circuito em série e em paralelo.” PF 11

A primeira e quarta fala tratam de experimentos realizados mediante a utilização de aparatos físicos, já os exemplos apresentados no segundo e terceiro trecho tratam de experimentos que os professores julgam ser de pensamento.

Vale destacar que essa solicitação aos professores de citarem exemplos de experimentos que costumam desenvolver com os alunos, nos ajudou a compreender a concepção que eles têm sobre as modalidades de experimentação. Percebemos, com isso, que todos os professores que dizem desenvolver experimentos de pensamento em suas aulas, na verdade, estão reduzindo essa modalidade de experimentação à descrição simples de situações físicas. Como discutimos na seção “Caracterização das modalidades de experimentação para o Ensino de Ciências”, experimentos de pensamento não são simples descrições de situações. Pelo contrário, são atividades extremamente estruturadas, que envolvem manipulações mentais.

Para sabermos quais os materiais utilizados na realização das experimentações nas aulas de Física, contamos com as respostas de quatro professores (04/06), considerando que um (01) professor ainda não fez uso de experimentações em suas aulas de Física e que dois (02) professores afirmam apenas utilizar experimentos de pensamento.

Constatamos que esses quatro (04) professores desenvolvem experimentações com materiais de baixo custo.

“Isso, de baixo custo. É, tipo comprei bocal, lâmpada, é...fio. Daí eu tinha caixa de isopor em casa, daí eu fazia...eu furava o isopor, pra poder colocar o bocal, porque não tinha madeira [...] Então, tudo que tem em casa, eu vou pegando...” PF 04-02

Foi possível evidenciar, a partir das entrevistas, que uma das razões que leva os professores optarem por experimentações que podem ser desenvolvidas com materiais de baixo custo, é a ausência de laboratório na escola e de materiais para a realização da atividade, que por decorrência, faz com que o próprio professor tenha que arcar com as despesas de compra de materiais para o desenvolvimento do experimento. Tratando ainda sobre esse aspecto, em um relato de pesquisa divulgado anteriormente sobre a investigação realizada com esses mesmos professores, constatou-se que a maior parte das escolas (05/07) não possui laboratório de Ciências ou de Física. Destaca-se que uma dessas escolas já possuiu um laboratório de Ciências, com boa estrutura física e com boas condições de uso; no entanto, o espaço foi cedido à Escola Técnica Estadual do município (ETEC). Duas escolas (02/07) possuem laboratório de Ciências/Física. Em uma dessas escolas, o laboratório apresenta boas condições físicas e de uso. Já na outra, há apenas o espaço, sem a disponibilização de materiais para o desenvolvimento de experimentações. É recorrente identificar nas falas dos professores a afirmação de que a falta de uma infraestrutura adequada na escola torna baixa a inserção desse recurso didático no ensino. Um dos argumentos utilizados pelos professores para associar o uso de experimentos ao laboratório é o fato de esse minimizar os riscos ao se desenvolver atividades que envolvam alta periculosidade. Evidencia-se que os professores se sentem inseguros em manipular determinados aparatos experimentais, por conta da responsabilidade que recai sobre ele, caso algo de errado aconteça. (WESENDONK; TERRAZZAN, 2020)

Um (01) dos professores que indica utilizar materiais de baixo custo, também afirma fazer uso de algum material de laboratório para desenvolver experimentações em suas aulas de Física:

“P: E daí a senhora procura utilizar materiais mais de baixo custo?”

PF 11: Ah sim, sempre, é. Ou são coisas que nós já temos de outros anos, né? Adquiridos pela escola mesmo.”

Esse professor cita materiais que faziam parte do laboratório de Ciências da escola e que puderam ser recuperados depois da desativação do espaço. *“Eu tenho um termômetro no meu armário, que eu segurei...(risos).” PF 11*

Em relação aos espaços utilizados para a realização de experimentações, constatamos que praticamente todos os professores que desenvolvem experimentações em suas aulas utilizam o espaço da sala de aula para tal fim (05/06). Apenas um professor (01/06) utiliza outro espaço da escola para a realização de experimentos, a sala de vídeo.

“Normalmente a gente tem uma sala de vídeo aqui, que infelizmente a escola não tem laboratório, então ela é grande, bem ampla, tem uma mesa grande, então, geralmente, a gente trabalha na sala de vídeo. Na mesa a gente prepara os experimentos, organiza...” PF 02

Quanto ao momento do desenvolvimento de um assunto programado mais adequado para a utilização da experimentação, três professores (03/07) afirmam utilizar a experimentação durante o desenvolvimento de um assunto. Entre esses professores, estão dois (02) que dizem utilizar experimento de pensamento em suas aulas de Física.

“É durante, na verdade é durante. Eu tento conciliar a teoria e a experimentação.” PF 02

Três professores (03/07) consideram que o momento mais adequado para utilizar experimentações é após o tratamento do respectivo assunto.

“[...] foi depois que eu passei a teoria [...] para exemplificar.” PF 04-02

“Geralmente, eu acho que é melhor primeiro passar uma teoria pra eles terem uma ideia do que tá falando, depois mostrar como é essa teoria na prática.” PF 07

A segunda fala é do professor que ainda não havia desenvolvido experimentações em suas aulas de Física. No entanto, considerando a possibilidade de utilização desse recurso no desenvolvimento de seu trabalho didático-pedagógico, o professor defendeu o uso da experimentação após a apresentação teórica do assunto em estudo.

Um professor (01/07) considera que não há como

determinar o momento mais adequado do tratamento de um assunto para a utilização da experimentação. Quanto ao último aspecto - Responsabilidade pela montagem do aparato experimental e pela realização da experimentação - iremos utilizar aqui apenas as informações coletadas com os professores que costumam utilizar experimentos com aparatos físicos em suas aulas de Física (quatro (04) professores).

Três (03) professores costumam eles próprios montar o aparato experimental e desenvolver o experimento. O trecho abaixo é representativo dessa categoria:

"[...] às vezes, tem um experimento e 50 alunos, se cada um tenta participar, a gente não chega a lugar nenhum, né? Então, eu acho melhor...o aluno que depois se interessar, não me importo, ele vê, ele pega, ele manuseia, mas, geralmente, é o professor, até mesmo por uma questão de ordem também, né? Porque enquanto tem alguns alunos interessados, outros tão fugindo da sala. Entendeu?" PF 11

É possível identificar alguns dos fatores que levam o próprio professor a montar o aparato experimental e a desenvolver o experimento, tais como o número insuficiente de materiais para a realização do experimento, o que dificulta o manuseamento do aparato pelos alunos e, também, o comportamento dos estudantes em sala de aula, que muitas vezes acaba condicionando a utilização da experimentação pelo professor.

Um professor (01/04) afirma que são os próprios alunos que montam o aparato experimental e desenvolvem o experimento. Contudo, isso é feito a partir de um exemplo apresentado pelo professor. O trecho abaixo exemplifica bem essa categoria:

"É, primeiro eu monto um como exemplo, né, pra eles terem uma ideia. Geralmente eu uso um vídeo [...] um canal do YouTube que tem um físico que monta os experimentos. Então, geralmente eu levo esse vídeo na sala de informática, mostro pra eles, o rapaz ensina como monta, né, dá os materiais ali, tudo e eles já têm uma noção. E daí na próxima aula, eu monto, eu trago, mostro pra eles e depois peço pra eles montarem." PF 02

Julgamos ser importante o contato do aluno com o aparato experimental, de modo que tenham a

oportunidade de desenvolver aprendizagens procedimentais relacionadas à experimentação, tais como: montar aparatos experimentais, manipular os materiais utilizados nos experimentos, operar equipamentos experimentais.

Sobre os aspectos que marcam a utilização de experimentações por professores de física, podemos dizer que: (1) são realizados experimentos para abordar diferentes assuntos da Física, mas, em particular, a maior parte dos professores faz uso de experimentos que tratam sobre Eletricidade e sobre Física Ondulatória; (2) os professores costumam desenvolver as experimentações na própria sala de aula; (3) o momento da aula considerado como o mais adequado para a utilização da experimentação é durante o tratamento do assunto ou após a apresentação teórica dele, como meio de ilustrar o conceito/fenômeno/processo em estudo; (4) se tratando de experimentos com aparatos físicos, os próprios professores costumam montar o aparato experimental e realizar a experimentação.

Diante das constatações obtidas, podemos afirmar que prevalece uma forma de utilização de experimentações por professores de Física, a saber: atividades demonstrativas, de modo a ilustrar/comprovar um assunto do campo conceitual da Física em estudo, com a realização centrada no professor e a participação do aluno reduzida à observação do fenômeno/processo tratado na atividade.

Ainda que alguns professores afirmem que façam uso de experimentos no decorrer do tratamento de um assunto programado, percebemos que eles não estão se referindo a atividades centrais para o desenvolvimento desse assunto. Pelo contrário, eles estão fazendo referência àqueles experimentos que julgam ser de pensamento, os quais são utilizados no decorrer da discussão de um conteúdo conceitual que está sendo tratado em aula, também como um meio de ilustrar, "deixar mais claro" o que se está falando em relação ao respectivo conteúdo.

As razões para existir, basicamente, uma forma de utilização de experimentações por professores de física podem ser diversas, mas pelo que evidenciamos, a partir do discurso dos professores, os motivos

podem estar associados à ausência de um espaço e de materiais adequados para a realização de experimentos na escola. Esses fatores fazem com que o professor tenha que ele próprio desenvolver a atividade e fazê-la de modo mais simples possível, sem envolver materiais muito sofisticados ou manipulações que envolvam alta periculosidade. Além disso, o tempo para o professor planejar e desenvolver atividades que têm por base a experimentação é reduzido, o que também influencia no modo como ele organiza e conduz a atividade.

5. Considerações Finais

A pesquisa relatada neste artigo envolveu apenas uma pequena parcela dos professores de Física do Ensino Médio de escolas de Educação Básica da Rede Pública Estadual de um município do Estado de São Paulo, devido à baixa aderência desses docentes ao estudo. Dentre os argumentos que justificam a amostra reduzida de participantes, salienta-se a pouca disponibilidade de tempo dos professores para envolverem-se na investigação. Avaliamos que, como pesquisadores, acabamos desconsiderando, de certa forma, esse aspecto, ao elaborar e utilizar instrumentos de coleta de informações com roteiros extensos.

O questionário, o primeiro instrumento utilizado na pesquisa, já resultou em uma baixa devolutiva. Obtivemos o preenchimento do documento por parte de 15 professores, em uma totalidade de 45 atuantes no contexto de investigação. Podemos afirmar que a extensão do questionário (12 páginas) desmotivou os docentes, de antemão, a preenchê-lo, ainda mais por envolver muitas questões dissertativas. Frente a isso, ainda que o questionário pudesse ser preenchido sem a presença do pesquisador, ponderamos que o volume de informações a serem respondidas acarretou em uma reduzida participação dos docentes. Portanto, neste estudo, não usufruímos de uma das principais vantagens de se utilizar esse tipo de instrumento de pesquisa, que seria o de atingir um grande número de sujeitos.

O segundo instrumento de coleta de informações

utilizado, a entrevista, requer, muitas vezes, uma disponibilidade maior de tempo, um contato direto com o pesquisador e um espaço determinado para realização, assim já é esperado que o número de participantes envolvidos seja menor. No processo de realização de entrevistas, tivemos a participação de 16% dos professores de Física do Ensino Médio atuantes no contexto de estudo. Esse número é significativamente baixo e indica claramente uma limitação da pesquisa desenvolvida, fato que não nos permite generalizar as constatações e os resultados obtidos para todos os professores de Física em serviço na Rede Pública Estadual do município em que a pesquisa está lotada. No entanto, esses resultados nos dão algumas evidências de como a experimentação está sendo inserida no âmbito do Ensino de Física, considerando o presente contexto. Este estudo pode servir de impulso para novas pesquisas sobre a temática, neste mesmo cenário de investigação, de modo a ampliar e a aprofundar as discussões sobre o uso de experimentos. Em pesquisas futuras, pode-se estabelecer novos meios de contato com os professores, de modo a ampliar o número de participantes, e a coleta de informações pode abranger novos instrumentos, como, por exemplo, a observação direta do desenvolvimento de experimentações em aulas de Física.

Os resultados obtidos mediante o tratamento e a análise das informações coletadas nesta investigação nos permitiram evidenciar que a experimentação faz parte, de alguma forma, do trabalho didático-pedagógico dos professores participantes do estudo. Ainda que se identifique uma compreensão, muitas vezes, equivocada sobre o que se entende por experimentação (por exemplo, quando se associa a experimentação apenas à manipulação de aparatos experimentais, ou quando relaciona o experimento de pensamento a meras descrições de situações físicas), todos os professores têm argumentos a respeito da utilização desse recurso didático em contexto escolar. Esse fato pode ser justificado pelo papel que a experimentação desempenha na Ciência e, conseqüentemente, pelo histórico de produções acadêmico-científicas e relatos de experiências que

tratam sobre a importância desse recurso didático para o desenvolvimento de disciplinas científicas. Desde a inserção da experimentação nos currículos dessas disciplinas, o campo de pesquisa em Ensino de Ciências vem produzindo e divulgando produções sobre o tema, nas quais muitas posições favoráveis à utilização da experimentação em contexto escolar vêm sendo defendidas (PRADO; WESENDONK, 2019).

Em relação aos aspectos que marcam o processo de organização e de desenvolvimento de experimentações pelos professores de Física participantes deste estudo, evidenciamos que: (1) o livro didático é o material consultado com maior frequência para auxiliar os docentes na organização dessas atividades; (2) a maior parte dos professores privilegia o uso de experimentos que são desenvolvidos com materiais de baixo custo e que motivem os estudantes; (3) as adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação ao experimento original são sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental; (4) são realizados experimentos para abordar diferentes assuntos da Física; (5) os professores costumam desenvolver as experimentações na própria sala de aula; (6) o momento da aula considerado como o mais adequado para a utilização da experimentação é durante o tratamento do assunto ou após a apresentação teórica dele, como meio de ilustrar o conceito/fenômeno/processo em estudo; (7) se tratando de experimentos com aparatos físicos, os próprios professores costumam montar o aparato experimental e realizar a experimentação.

Podemos afirmar que os professores de Física privilegiam uma forma de utilização de experimentações, a saber: atividades demonstrativas, de modo a ilustrar/comprovar um assunto do campo conceitual da Física em estudo, com a realização centrada no professor e a participação do aluno reduzida à observação do fenômeno/processo tratado na atividade. OLIVEIRA (2010) discute que essa abordagem de experimentação é muito empregada no contexto do Ensino de Ciências. Nesse estudo, a autora destaca que para os professores esse tipo

de experimentação serve para motivar os alunos e, sobretudo, para tornar o ensino mais realista, visual, lógico e palpável, fazendo com que a abordagem do conteúdo não se restrinja apenas aos livros didáticos. No entanto, como afirma CARVALHO (2011), quando planejamos o desenvolvimento de uma atividade experimental demonstrativa, temos que tomar cuidado para que não seja reduzida a apenas mostrar um fenômeno/processo em si, mas que dê a oportunidade de construção científica de um dado conceito relacionado a esse fenômeno/processo. Em consonância, consideramos que o problema principal em relação ao modo como são planejadas e desenvolvidas as experimentações pelos professores de Física não reside na simples utilização de experimentos do tipo de demonstração experimental. Mas, sim, em utilizar experimentos apenas desse tipo e, ainda, como atividades complementares e totalmente prescindíveis para contexto escolar. As atividades são, muitas vezes, selecionadas por critérios que reduzem o papel da experimentação. Em geral, os professores escolhem aquela atividade que pode ser facilmente realizada ou que atrai a curiosidade dos alunos, com a finalidade de apresentar uma atividade diferente das tradicionais aulas de exposição oral, sem uma reflexão maior sobre a relevância que terá essa atividade no contexto de ensino/aprendizagem.

Faz-se importante ressaltar que não acreditamos que a experimentação seja a solução para todos os problemas do ensino e que não defendemos um Ensino de Física totalmente experimental, em conformidade com outros autores (BARBERÁ; VALDÉS, 1996; GIL-PÉREZ, et al. 1999). Mas, acreditamos que esse recurso didático deve ser inserido no contexto escolar de modo mais crítico, considerando-se o seu verdadeiro papel em relação às demais possibilidades de recursos didáticos. Defendemos que é preciso oferecer oportunidades para que os professores vivenciem, estudem e discutam sobre aspectos relacionados à natureza e à utilização da experimentação, para que os levem em consideração durante o planejamento e desenvolvimento de suas aulas. Essas oportunidades devem ser oferecidas

durante a formação inicial, e se estender para os processos de formação continuada.

6. Referências

- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, São Paulo/BR, v.11, n.1, p. 27-31. 2010.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo/BR, v.25, n.2, p. 176-194. 2003.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v.14, n.3, p. 365-379. 1996.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis/BR, v.19, n.3, p. 291-313. 2002.
- BRITO, K. Y. U. Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la Física. **Góndola, Ensino e Aprendizagem de Ciências**, Bogotá/CO, a.4., v.1, p. 35-40. 2009.
- CARVALHO, A. M. P. de. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. de (org.). **Ensino de Física**. Cengage Learning. São Paulo: Brasil, 2011. p. 53-78. (Coleção "Ideias em Ação"). ISBN 9788522110629.
- CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2009. ISBN 978-85-363-1999-5.
- COELHO, R. O. **O uso da informática no Ensino de Física do nível médio**. 101 f. Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o computador como ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo/BR, v. 25, n.3, p. 259-272. 2003.
- GALIAZZI, M. C.; et al. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru/BR, v.7, n.2, p. 249-263. 2001.
- GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2009. (Coleção "Pesquisa qualitativa"). ISBN 978-85-363-2055-7.
- GIL PÉREZ, D.; et al. ¿Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v.17, n.2, p. 311-320. 1999.
- HODSON, D. A critical look at practical work in school science. **School Science Review**, v.70, n.256, p. 33-40. 1990.
- HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v.12, n.3. 1994.
- KIOURANIS, N. M. M. **Experimentos mentais no Ensino de Ciências: implementação de uma sequencia didática**. 313 f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Doutorado em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2009.
- LOPES, J. Bernardino. **Aprender e Ensinar Física. Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES**. Lisboa: Portugal, 2004. (Coleção "Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas"). ISBN 972-31-1079-2.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo/BR, v.24, n.2, p. 77-86. 2002.
- MOTTA, A. E. M.; MEDEIROS, M. D. F.; MOTOKANE, M. T. Práticas e movimentos epistêmicos na análise dos resultados de uma atividade prática experimental investigativa. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**,

- Florianópolis/BR, v.11, n.2, p. 337-359. 2018.
- OLIVEIRA, A. A. Q.; CASSAB, M.; SELLES, S. E. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de ciências e biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo/BR, v.12, n.2. 2012.
- OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas/BR, v.12, n.1, p. 139-156. 2010.
- PRADO, L. WESENDONK, F. S. Objetivos de utilização da experimentação presentes em produções acadêmico-científicas publicadas nos anais de um evento da área de ensino de ciências. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba/BR, v.4. n.2, p. 148-168. 2019.
- TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciência & Cognição**, Rio de Janeiro/BR, v.13, n.2, p.99-108. 2008.
- WESENDONK, F. S. **O uso da experimentação como recurso didático no desenvolvimento do trabalho de professores de Física do Ensino Médio**. 298 f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Mestrado em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.
- WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis/BR, v.33, n.3, p. 779-821. 2016.
- WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Condições acadêmico-profissionais para a utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio. **ENCITEC – Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo/BR, v.10, n.1, p. 39-55. 2020.
- TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. Programa de Pós-Graduação em Educação, Doutorado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.





CONCEPTUALIZACIÓN Y GRAVEDAD SEMÁNTICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE EXPLICACIONES CIENTÍFICAS EN LA CLASE DE FISCOQUÍMICA: UN ESTUDIO DE CASO

CONCEPTUALIZATION AND SEMANTIC GRAVITY IN THE CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC EXPLANATIONS IN A SCIENCE CLASSROOM: A CASE STUDY

CONCEPTUALIZAÇÃO E GRAVIDADE SEMÂNTICA NA CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES CIENTÍFICAS EM UMA AULA DE CIÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO

Guillermo Cutrera*,  Marta Massa**,  y Silvia Stipcich*** 

Cómo citar este artículo: Cutrera, G., Massa, M. y Stipcich, S. (2021). Conceptualización y gravedad semántica en la construcción de explicaciones científicas en un aula de fisicoquímica. Un estudio de caso. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 115-127. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15534>

Resumen

La construcción y la comprensión de las explicaciones científicas escolares constituyen dos propósitos centrales en la alfabetización científica. La misma requiere que los estudiantes puedan participar en discursos y prácticas científicas escolares. Las prácticas de enseñanza, en este contexto, adquieren centralidad para la adquisición de nuevas formas de saber, hacer y hablar ciencia por los estudiantes. Con estas consideraciones en este artículo se analiza el discurso docente de una futura profesora de Química cuando trabaja en la construcción conjunta con los estudiantes de explicaciones correspondientes a un fenómeno cotidiano. El discurso es interpretado desde los niveles de conceptualización de la materia y la noción de gravedad semántica. La investigación se enmarca en una perspectiva cualitativa, desde el enfoque de estudio de casos. Se elabora un sistema de categorías asociado a cada una de las dimensiones de análisis -niveles de conceptualización de la materia y la noción de gravedad semántica-. El análisis muestra que, en el episodio estudiado, los intercambios discursivos transitan entre diferentes categorías correspondientes a la gravedad semántica. Así, la transición de una conceptualización en el nivel macroscópico a una centrada en el nivel submicroscópico, se relaciona con una disminución en la gravedad semántica. Finalmente se discuten algunas implicaciones para la enseñanza.

Palabras Clave: explicación científica; enseñanza secundaria; gravedad semántica; formación de profesores; niveles de conceptualización.

Recibido: 09 de noviembre de 2019; aprobado: 29 de mayo de 2020

* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8452-4538>

** Universidad Nacional de Rosario. [m massa@fceia.unr.edu.ar](mailto:massa@fceia.unr.edu.ar) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8102-0614>

*** Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. silcich@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9437-2109>

Abstract

The construction and understanding of academic scientific explanations constitute two central purposes in scientific literacy. It requires the students' ability to participate in academic scientific discourses and practices. In this context, the teaching practices become a central element in the acquisition of new forms of understanding, making, and talking about science by students. Based on these considerations, this article analyzes the discourse of a future Chemistry teacher during the construction, with the students, of explanations related to an everyday phenomenon. The discourse is interpreted from the levels of conceptualization of matter and the notion of semantic gravity. The research is carried out from a qualitative point of view, adopting a case study approach. A system of categories linked to every analytical dimension -levels of conceptualization of matter and notion of semantic gravity- is developed. The analysis shows that, in the episode studied, the discursive exchanges transit between different categories corresponding to the semantic gravity. Thus, the transition from a conceptualization at the macroscopic level to one centered at the submicroscopic level is related to a decrease in semantic gravity. Finally, some teaching implications are being discussed.

Keywords: literacy; learning; opinion; primary education; sciences and technology; teaching.

Resumo

A construção e o entendimento das explicações científicas acadêmicas constituem dois propósitos centrais na alfabetização científica. Requer a capacidade dos alunos de participar em discursos e práticas científicas acadêmicas. Nesse contexto, as práticas de ensino tornam-se um elemento central na aquisição de novas formas de compreensão, construção e conversação sobre ciências pelos alunos. Com base nessas considerações, este artigo analisa o discurso de uma futura professora de Química durante o desenvolvimento conjunto com os alunos de explicações relacionadas com um fenômeno cotidiano. O discurso é interpretado a partir dos níveis de conceituação da matéria e da noção de gravidade semântica. A pesquisa é realizada sob um ponto de vista qualitativo, adotando uma abordagem de estudo de caso. Um sistema de categorias vinculadas a todas as dimensões analíticas - níveis de conceituação da matéria e noção de gravidade semântica - é desenvolvido. A análise mostra que, no episódio estudado, as trocas discursivas transitam entre diferentes categorias correspondentes à gravidade semântica. Assim, a transição de uma conceptualização no nível macroscópico para uma centrada no nível submicroscópico está relacionada a uma diminuição da gravidade semântica. Finalmente, algumas implicações no ensino estão sendo discutidas.

Palavras chave: prática científica escolar; discurso do professor; gravidade semântica; níveis de conceituação.

1. Introducción

La construcción y la comprensión de las explicaciones científicas constituyen dos propósitos centrales en la alfabetización científica. Como oportunamente anticipaba HORWOOD (1988):

Hasta ahora, se ha pensado en el profesor de ciencias como alguien que [presenta] explicaciones elaboradas por otros para una mayor comprensión de los alumnos. Pasamos ahora a considerar la cuestión de hasta qué punto los profesores de ciencias deben enseñar a los alumnos a ser capaces de juzgar esas explicaciones y ser capaces de desarrollar explicaciones por sí mismos. (p. 48)

Este tipo de alfabetización requiere que los estudiantes puedan participar en discursos y prácticas científicas escolares: “El aprendizaje de la ciencia involucra a los estudiantes en una forma diferente de pensar y explicar el mundo natural; socializarse en las prácticas de la comunidad científica [...] formas de ver y formas de apoyar sus afirmaciones de conocimiento” (DRIVER, et al., 1994, p. 8). Participar en estos discursos y prácticas de la ciencia suele constituir un obstáculo para los estudiantes de secundaria (KRAJCIK, et al., 1998). Las prácticas de enseñanza, en este contexto, adquieren centralidad en la adquisición de nuevas formas de saber, hacer y hablar ciencia por los estudiantes. Sin embargo, la propia experiencia de los autores en la formación de grado de profesores (formación inicial) o en cursos de actualización (formación continua o en servicio) ha dado evidencia que los docentes suelen utilizar la explicación, a partir de diferentes modelos científicos escolares, presuponiendo que los estudiantes comparten su familiaridad con la misma y que no es necesario abordar didácticamente la enseñanza de la explicación científica en el aula. Esto constituye un problema en la comprensión de los contenidos de la ciencia escolar. En este sentido, ayudar a los estudiantes a participar en esta práctica puede contribuir a cambiar su visión acerca de la ciencia transitando hacia perspectivas consensuadas relativas a la actividad científica (MCNEILL, KRAJCIK, 2008), pero requiere profundizar acerca de la manera en

que se enseña a explicar, esto es, a construir explicaciones científicas escolares.

Las explicaciones científicas en aulas de ciencia han sido consideradas en la investigación didáctica recientemente, centrando la atención en la elaboración e implementación de un dispositivo instruccional para andamiar la construcción de explicaciones científicas de parte de los estudiantes (TANG, 2016, 2020; RAPP, TANG, 2018). Por otra parte, si bien el discurso docente, como mediador de los aprendizajes, ha sido objeto de numerosas investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, comparativamente, ha recibido escasa atención durante la construcción de explicaciones científicas en las aulas de ciencia. En este trabajo se presenta un avance de una investigación centrada en el análisis de explicaciones científicas escolares desde la perspectiva de los niveles de conceptualización propuesta por TABER (2013a) y la de los códigos semánticos elaborada por MATON (2013a). En el contexto de estas últimas propuestas, el propósito del presente trabajo es analizar el discurso docente durante el desarrollo de explicaciones científicas escolares en aulas de la educación secundaria desde el empleo discursivo de los niveles de conceptualización y la noción de gravedad semántica. En particular, la atención es centrada en analizar cómo la futura docente guía la revisión de una explicación elaborada por un grupo de estudiantes, durante una instancia de puesta en común.

2. Lenguaje y enseñanza de las ciencias

La palabra, como signo y principal agente de abstracción y generalización, asume un papel central como mediadora en la formación de la conciencia y en la organización de las acciones, así como en la comprensión e interpretación de conceptos por parte de los sujetos (VOLOSHINOV, 2009). El lenguaje es entendido como acción e interacción; en el contexto del aula, los sujetos, al hablar, no sólo expresan su pensamiento o lo hacen con fines comunicativos, sino que, sobre todo, actúan unos sobre otros y producen conocimientos. El lenguaje,

entonces, es entendido como el principal instrumento de mediación semiótica (BAJTIN, 1982).

Siguiendo a SEPÚLVEDA, EL-HANI (2014), aprender ciencia no sólo se restringe a dominar definiciones de conceptos, sino que implica aprender cómo combinar los significados de los diferentes términos de acuerdo con los modos aceptados de hablar en las ciencias. De esta forma, el aprendizaje de la ciencia es visto como una tarea semejante al aprendizaje de un lenguaje conceptualmente especializado. Según LEMKE (1997), para hablar o escribir ciencia es necesario conocer tanto el patrón temático como el patrón estructural del discurso empleado. Como sostienen GILBERT, BOULTER, RUTHERFORD (1998a): "Los estudiantes podrán elaborar explicaciones [...] solo si saben qué es una explicación" (p. 194). Una explicación típicamente contiene verbos de acción y las acciones se organizan en una secuencia lógica de cláusulas sucesivas unidas coherentemente mediante conjunciones. Las funciones de las conjunciones no pueden subestimarse ya que estas son las palabras que construyen, desde un punto de vista lingüístico, la "lógica" de una explicación.

En este contexto, las prácticas de enseñanza y de aprendizaje deberían atender a esta doble dimensión que requiere considerar, además de las relaciones semánticas propias del modelo científico escolar, la estructura de la explicación. Esto es, reconocer a la explicación científica como un género discursivo que debe ser enseñado (BARGALLÓ, 2005). Es necesario que durante los aprendizajes de explicaciones científicas se les proporcione a los estudiantes prácticas para hablar, leer y escribir. Los estudiantes necesitan aprender a manejar herramientas semióticas específicas (por ejemplo, términos lingüísticos, géneros) cuando explican eventos de un fenómeno determinado (YEO, GILBERT, 2014). Sin embargo, en la escuela, hay pocas oportunidades para que los estudiantes expongan sus propias explicaciones intencionales o se apropien de la naturaleza de las explicaciones científicas (GILBERT, BOULTER, RUTHERFORD, 1998b).

Siguiendo a TABER (2009) los estudiantes deben construir sus aprendizajes en dos niveles diferentes

de conceptualización: uno, correspondiente a las descripciones, explicaciones, argumentaciones de los fenómenos conceptualizadas en el nivel macroscópico y, otro, correspondiente a su conceptualización en términos de los modelos teóricos propios del nivel submicroscópico. En este contexto, el autor diferencia la realidad fenoménica de ambos niveles considerando que aquella admite una doble interpretación, según los niveles macroscópico y submicroscópico (CAAMAÑO ROS, 2014). El lenguaje verbal es un vehículo privilegiado, particularmente en el formato escolar, para relacionar dichos niveles. En el uso naturalizado, no reflexivo, de este lenguaje suelen transmitirse relaciones equivocadas entre ambos niveles (BUCAT, MOCERINO, 2009).

En este trabajo, se considera a la explicación científica escolar como una práctica discursiva cuando el lenguaje utilizado es compartido por todos los involucrados en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, a partir de las situaciones de conocimiento contextualizadas y desarrolladas en el aula de ciencia. Por lo tanto, al afirmar que la explicación es una práctica discursiva, se asume que ella sucede en un contexto y es generada por la acción de las personas (BAJTIN, 1982). En esta perspectiva, el acto de explicar requiere de los profesores la responsabilidad de sistematizar los conceptos científicos y las formas de organización y de dar significado a ese conocimiento.

3. Dimensión semántica y la teoría de códigos de legitimación

La teoría del código de legitimación (LCT) es un marco multidimensional para investigar y dar forma a la práctica (GEORGIU, MATON, SHARMA, 2014). Dicha teoría fue elaborada a partir de los trabajos de Bernstein, Bourdieu y del realismo social (MATON, 2016; MATON, HOOD, SHAY, 2016). Se estructura en cinco dimensiones denominadas: autonomía, densidad, especialización, semántica y temporalidad. Estas dimensiones, en su conjunto, integran el mecanismo de legitimación (MATON, 2013b). En particular, la dimensión semántica de la LCT

explora la dependencia del contexto y la complejidad de las prácticas, disposiciones y contextos. La semántica indaga los principios organizativos de la gravedad semántica (dependencia del contexto) y la densidad semántica (complejidad) (MATON, HOWARD, 2018). Estos dos conceptos pueden ser empleados por separado o conjuntamente para explorar códigos semánticos.

La gravedad semántica (GS) se refiere al grado en que el significado se relaciona con su contexto y puede ser más fuerte (GS+) o más débil (GS-) a lo largo de un continuo que transita hacia grados crecientes de significado según aumenta este código. Cuando la gravedad semántica es más fuerte, el significado está más estrechamente relacionado con su contexto social o simbólico de adquisición o uso (MATON, 2011); cuando es más débil, el significado depende menos de su contexto (MATON, 2013b). Este continuo puede ser empleado, además, para describir procesos de aumento de la gravedad semántica, como pasar de ideas abstractas o generalizadas a casos concretos y delimitados, o de debilitamiento de la gravedad semántica, como pasar de las particularidades concretas de un caso específico a generalizaciones y abstracciones cuyos significados dependen menos de ese contexto (MATON, 2014). La distinción entre tipos de discursos propuesta por BERNSTEIN (2006) es recuperada en relación con la noción de "gravedad semántica" (CLARENCE, 2017). Los discursos horizontales se caracterizan como discursos dependientes del contexto y los discursos verticales como independientes del contexto. Las estructuras de conocimiento horizontales y jerárquicas se caracterizan por tener diversos grados de independencia de contexto (MATON, 2011). El "contexto" aquí es el dominio de lo empírico, es decir, de las experiencias específicas que constituyen las prácticas cotidianas de los individuos y las comunidades. BERNSTEIN (2006) sostiene que el discurso horizontal está organizado por segmentos; en otras palabras, sus significados dependen del contexto (MATON, 2016).

En contraste, los discursos verticales, particularmente las estructuras de conocimiento jerárquico,

están relacionados no de manera segmentaria sino por la integración de su significado mediante algún principio de coordinación (BERNSTEIN, 2006). Están especializados o legitimados, no por la experiencia, sino por su capacidad para crear proposiciones y teorías muy generales, que integran el conocimiento en niveles más bajos y, de esta, manera muestran uniformidades. Así, el movimiento crucial aquí es de significados dependientes del contexto a significados independientes del contexto; de generalizaciones empíricas a teóricas.

A partir de estas consideraciones, los diferentes discursos y estructuras de conocimiento (así como las estructuras curriculares y las formas de aprendizaje) se pueden replantear de una manera menos dicotómica al representar puntos en un continuo; es decir, como realizaciones de diferentes grados de gravedad semántica. El discurso vertical puede describirse como caracterizado por una gravedad semántica más débil que el discurso horizontal.

4. Metodología

La presente investigación se inscribe en el paradigma interpretativo-constructivista (GUBA, LINCOLN, 1994), orientada a comprender el significado de una experiencia (HARTLEY, 2004). Se enmarca en la modalidad de estudio de casos (STAKE, 2012). La etapa de la Residencia docente durante la formación inicial de los futuros profesores se desarrolla en una escuela secundaria destino. Los contenidos que aborda el o la residente en sus prácticas de enseñanza son señalados por el docente responsable del aula en la que transcurre la residencia. Frecuentemente el profesor de educación secundaria presupone que los estudiantes acceden al aula de ciencia sabiendo explicar (CABELLO, REAL, 2019; CHARALAMBOUS, HILL, BALL, 2011). Si se entiende al trabajo didáctico con explicaciones científicas escolares, en términos de prácticas pre-profesionales orientadas a la enseñanza de este género discursivo en las aulas de ciencia, entonces, la posibilidad para desarrollar tales prácticas durante la Residencia resulta limitada. El caso se ha seleccionado porque

el contenido asignado a la residente fue la construcción de explicaciones científicas escolares, lo cual lo convierte en peculiar y relevante para esta investigación.

Atendiendo al propósito planteado al inicio de este artículo, la investigación estuvo orientada específicamente a: identificar las estrategias discursivas utilizadas por la practicante para co-construir con los estudiantes la explicación de un fenómeno cotidiano; reconocer diferentes niveles de gravedad semántica por los que transita la explicación científica escolar.

Se recurrió a la observación de las clases a cargo de una residente del Profesorado en Química, con registro de audio y video para un posterior estudio de las transcripciones. Además, se registraron en audio las instancias de socialización entre pares de las que participó la practicante. Este trabajo, en particular, se centra en el análisis de la primera de una serie de ocho clases correspondientes a una secuencia didáctica que involucra el trabajo con explicaciones científicas escolares en aulas de fisicoquímica. Se trató de una clase previa al trabajo con las explicaciones de fenómenos cotidianos que involucran transformaciones gaseosas. Durante la misma, practicante y estudiantes trabajaron en la construcción conjunta de explicaciones correspondientes a un fenómeno cotidiano como es el agregado de una gota de tinta en agua. La clase fue dividida en ocho episodios definidos por el cambio de actividad de residente y estudiantes (LEMKE, 1997).

La clase se inició con el desarrollo de actividades pre-clase (episodio 1) y continuó con la presentación de una experiencia por la residente (episodio 2). Seguidamente los estudiantes elaboran en pequeños grupos una explicación del fenómeno mostrado (episodio 3) y luego se suceden diferentes instancias correspondientes a la puesta en común de cuatro de estas explicaciones (episodios 4 a 7 inclusive). La clase finaliza con la construcción conjunta practicante-estudiantes de una explicación del fenómeno (episodio 8). En este trabajo nos detenemos en el episodio delimitado por la puesta en común guiada por la practicante sobre una de las explicaciones

que los estudiantes realizaran en pequeños grupos. En el análisis de la transcripción de la clase se desarrolló una codificación abierta (MILES, HUBERMAN, SALDAÑA, 2013; STRAUSS, CORBIN, 1998) durante la cual se elaboraron categorías correspondientes para la gravedad semántica, resultantes de un proceso inductivo de codificación en el análisis línea a línea (SALDAÑA, 2015).

Análisis episódico

Al iniciar la clase la residente muestra a los estudiantes el fenómeno a analizar y guía una serie de intercambios centrados en su descripción:

14. P: [...] La idea es, yo voy a colocar una gota de tinta acá y ustedes van a observar qué es lo que sucede ¿Todos ven desde acá?

15. Grupo: Sí.

16. P: ¿Qué es lo que sucede?

17. A: Se fue para abajo (varios estudiantes).

18. P: Primero se va para abajo. ¿Y luego?

19. A: Se queda quieta.

20. A: Sube.

21. P: Se va tiñendo el agua, se va coloreando el agua de a poco, ¿sí?

Estos últimos intercambios ejemplifican el nivel de conceptualización en el que se desarrolla la descripción del fenómeno durante este episodio. La misma se mantiene, conceptualmente, en el discurso cotidiano, centrando la atención en los cambios perceptuales reconocidos en el evento. La practicante mantiene este nivel de conceptualización centrado en la singularidad del fenómeno. Esta descripción fenoménica privilegia intercambios discursivos caracterizados por permanecer en un nivel de gravedad semántica fuerte (GS+) con la mención por parte de los estudiantes de registros sensoriales de sentidos de movimientos (DOS SANTOS, MORTIMER, 2019). Al ser solicitada una predicción del evento, los estudiantes recurren a una interpretación cotidiana del fenómeno y la practicante, al solicitar respuestas, mantiene esta interpretación del fenómeno centrada en una GS+ al admitir características sensoriales

(gris, espesa):

29. P: ¿Qué es lo que va a suceder en toda la masa del líquido?

30. A: Se va a teñir (varios estudiantes).

31. A: Gris.

32. P: Y va a quedar...

33. A: Espesa.

34. A: Del mismo color.

35. P: Va a quedar todo del mismo color, exactamente [...]

La residente solicita a los estudiantes que elaboren una explicación del fenómeno ("Ahora ustedes armen una explicación. Yo les voy a ir ayudando por los bancos, ¿sí? si tienen alguna duda yo les voy dando un pie como para que puedan ir avanzando"; línea 37). Durante el siguiente episodio en el que se dividió la clase (episodio 2), los estudiantes, en pequeños grupos, elaboran explicaciones científicas del fenómeno. Seguidamente se desarrolla una instancia de puesta en común de las explicaciones elaboradas por los grupos de estudiantes. A continuación, se selecciona una de ellas para el análisis (episodio 4).

Iniciando la puesta en común

En el inicio del episodio la practicante lee a los estudiantes la explicación copiada en el pizarrón, elaborada por uno de los grupos, y habilita luego los intercambios discursivos:

301. P: Vamos a ver el caso uno. Dice "en un líquido colocamos una gota de tinta. En las partículas de la misma aumenta la velocidad media provocando el aumento de sus movimientos y de esa forma el agua toma un color uniforme." Bien. ¿Qué les parece a ustedes? ¿Está correcto? ¿No está correcto? ¿Qué cambiarían?

302. A: Sí...

303. A: No, creo que habría que agregar agua. Podría ser otro líquido.

304. P: Claro, muy bien, en un líquido, o sea, en agua... colocamos una gota de tinta. Bien. ¿Qué más podemos decir?

305. A: El de aumenta la velocidad no es provocado porque solamente pusimos una gota de tinta.

306. P: Muy bien. ¿Por qué pensás que...? No sé si escucharon lo que dijo su compañera. Un poquito más fuerte decilo.

307. A: No creo que el aumento de velocidad se deba a que pusimos una gota de tinta.

308. P: ¿A qué se debe un aumento de la velocidad de las partículas?

309 A: A la alta temperatura (varios estudiantes)

310 P: ¿Se modificó la temperatura?

311 A: No (varios estudiantes).

312 P: ¿Entonces?

313 A: No es velocidad.

Dos intervenciones de estudiantes diferentes inician el desarrollo de esta instancia de puesta en común. La primera de estas intervenciones refiere al empleo del término "agua" en lugar del término "líquido" (A: "No, creo que habría que agregar agua. Podría ser otro líquido", línea 303). La segunda, ubica la conceptualización en el nivel submicroscópico ("El de aumenta la velocidad no es provocado porque solamente pusimos una gota de tinta", línea 305). Estas intervenciones delimitan intercambios discursivos caracterizados por una GS+ (en el primer caso) y una GS- (en el segundo). Las diferencias entre ambas modalidades para la GS se expresan en el aumento de la dependencia con el contexto concreto de desarrollo del fenómeno -en el primer caso- y debilitamiento en el segundo. Estas intervenciones ejemplifican las categorías emergentes definidas como "nivel cotidiano" (GSc) (en el primer caso) y "nivel submicroscópico" (GSsm) (en el segundo caso).

La intervención de la estudiante (línea 305) es retomada por la practicante recuperando una relación semántica propia del modelo corpuscular trabajado por los estudiantes con anterioridad ("P: ¿A qué se debe un aumento de la velocidad de las partículas?, línea 308), proponiendo una lectura del fenómeno desde una perspectiva submicroscópica descentrada de lo concreto, es decir, caracterizada por una GS-(GSsm-). La residente recupera, de ambas intervenciones de los estudiantes, aquella con menor GS,

posiblemente con la pretensión de dirigir la atención a que los estudiantes reconozcan que el fenómeno no debe interpretarse en términos de un cambio en la temperatura. Esta intención didáctica es la que guía la secuencia de intercambios durante esta primera parte del episodio. La residente acuerda con la respuesta del estudiante (línea 303) pero focaliza la continuidad de los intercambios discursivos en la siguiente intervención (línea 305) cuyo contenido debilita la GS y permite a la practicante ubicar la continuidad de los intercambios en el nivel de conceptualización microscópico. Esta decisión didáctica orienta la cadena de enunciaciones -entendida en sentido bajtiniano (DA PORTA, 2017)- durante esta primera parte.

A continuación, la practicante recupera el cuestionamiento iniciado por la estudiante (línea 305) a partir de una nueva pregunta (línea 308) que inicia un intercambio centrado en relaciones semánticas que involucran ambos niveles de conceptualización -macroscópico y submicroscópico-. La respuesta de algunos estudiantes (línea 309) introduce la interpretación del fenómeno en el nivel de conceptualización macroscópico y la pregunta siguiente de la residente (líneas 309-310) recontextualiza al contenido del intercambio discursivo. La descontextualización, que previamente caracterizó a estos intercambios transita a una recontextualización que se desarrolla al introducir un nuevo nivel de conceptualización que, si bien inicialmente permanece en un nivel de generalización (línea 309), se contextualiza finalmente en la lectura del fenómeno

por la explícita mención de la temperatura como referente empírico (GSsm+).

Durante estas últimas intervenciones la residente utiliza movimientos discursivos de descontextualización y conceptualización durante la lectura del fenómeno. Seguidamente ubica la atención de los estudiantes en una relación semántica de la explicación (línea 318) proponiendo la evaluación de la relación a los estudiantes:

318. P: Bien. Acá dice “las partículas de la misma aumenta ¿Qué? ¿Entonces?”

319. A: El movimiento.

320. P: ¿Aumenta el movimiento?

321. A: No. Las partículas...

322. P: De a uno chicos, porque si no, no escucho.

323. A: Claro. Las partículas rotan, chocan con las partículas del agua y se mezclan.


324. P: Sí, perfecto. Bien.

325. A: Las partículas, al haber movimientos, provocan el aumento de... provocan... provocan que el agua tome el color uniforme, sacando el del aumento del movimiento que no cambia la temperatura.

326. P: Claro.

Las respuestas de los estudiantes se mantienen en el nivel de conceptualización submicroscópico manteniendo relación con el fenómeno (GSsm+). Esta relación se presenta en dos niveles: por un lado, a partir del reconocimiento del tipo de partículas (“A: Claro. Las partículas rotan, chocan con las partículas del agua y se mezclan”, línea 323); por otro, incluyendo el cambio perceptual en el fenómeno y ubicando la lectura también en el nivel macroscópico (“A:

Tabla 1. Niveles de gravedad semántica elaborados para el episodio analizado.

	Intensidad de la GS	Categoría	Descripción
 Aumento de la descontextualización	Baja GS (GS-)	Nivel submicro-cotidiano (GSsm+)	Corresponde a enunciaciones formuladas con términos propios del nivel de conceptualización submicroscópico y cuyo referente es el evento.
	Alta GS (GS+)	Nivel cotidiano (GS _c)	Corresponde a enunciaciones formuladas con términos del lenguaje cotidiano y cuyo referente es el evento.

Fuente: Elaboración propia

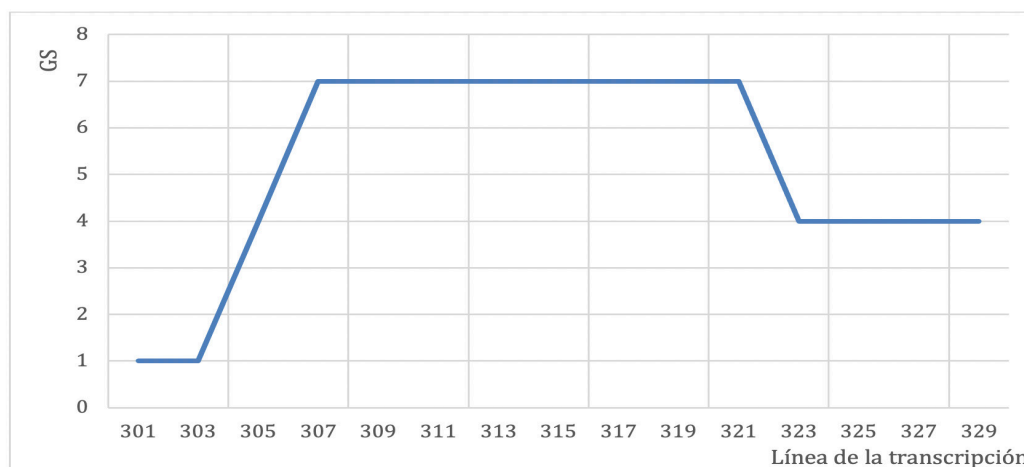


Figura 1. Variaciones en la GS durante los intercambios discursivos estudiantes-residente en el episodio.

Fuente: Elaboración propia

Las partículas, al haber movimientos, provocan el aumento de... provocan... provocan que el agua tome el color uniforme, sacando el del aumenta del movimiento que no cambia la temperatura”, línea 325). En estas intervenciones, pertenecientes a la misma estudiante, se presenta una reformulación de la primera de ellas (línea 323) al contexto de la explicación; sin embargo, en esta segunda intervención se profundiza la contextualización (GS+) en términos, tanto de una incorporación de términos propios del nivel de conceptualización macroscópico: “color uniforme” y “temperatura”, como también de la referencia fenoménica.

Durante la finalización del episodio la residente propone el reconocimiento de términos y, además, explicita una lectura de la estructura de la explicación construyendo una secuencia temporal definida por el tipo de términos utilizados. La practicante continúa proponiendo el reconocimiento de términos según niveles de conceptualización: guía la puesta en común recurriendo al reconocimiento de conceptos según el nivel de conceptualización, iniciando por el nivel macroscópico (“P: [...] Empezamos por los macros [...]”, línea 332) y continuando por el nivel de conceptualización submicroscópico (“[...] ¿Cuáles son los conceptos microscópicos acá?”, línea 341). Realizado este reconocimiento, refiere a la estructura de la explicación en términos de la secuencia en el empleo de estos niveles

de conceptualización (“P: [...] Bien. ¿Quedó claro está? Acá tenemos, empezamos con macro, continuamos con micro y terminamos nuevamente con macro”, línea 341).

Los intercambios discursivos durante este episodio transitan entre las diferentes categorías correspondientes a la GS. Estas categorías se diferencian, según lo comentado, en términos de intervenciones que promueven procesos discursivos de contextualización/descontextualización. En la Tabla 1 se ordenan estas categorías según la tendencia a la descontextualización. En la Figura 1 se muestran las variaciones de la GS según estas categorías durante el episodio considerado.

La diferencia entre cada una de las categorías elaboradas para la GS descansa en el referente. Las interacciones discursivas que ejemplifican estas categorías refieren al modelo científico escolar (modelo corpuscular de la materia) o al fenómeno. Cuando el modelo científico escolar se instala como referente, las enunciaciones se ubican en el nivel de conceptualización submicroscópico. Cuando el referente es el fenómeno, las enunciaciones refieren a diferentes dominios conceptuales. Practicante y estudiante, en este último caso, hablan sobre el fenómeno recurriendo al lenguaje cotidiano y al lenguaje especializado, expresado este último en las dimensiones correspondientes a ambos niveles de conceptualización. Ambos referentes y, en particular,

las diferentes maneras en que las enunciaciones se expresan en el lenguaje especializado, definen el gradiente entre las diferentes categorías definidas para la GS durante el episodio analizado.

5. Consideraciones finales

En este trabajo desarrollamos el análisis de las interacciones discursivas en un aula de ciencia entre una futura profesora de Química y los estudiantes, durante la puesta en común de una explicación científica escolar, considerando la noción de GS. Proponemos, en este contexto, una lectura para la GS recurriendo a los niveles de conceptualización de la materia (TALANQUER, 2011). Este enfoque representa un aporte novedoso respecto de otros trabajos realizados en esta misma línea en el contexto de la enseñanza de las ciencias naturales. Entre estos últimos, por ejemplo, CÓRDOVA JIMÉNEZ et al. (2016) analizan el discurso docente siguiendo categorías de análisis propuestos por MATON (2014) para la GS -descripción, resumen; revisión; generalización, abstracción-. Más recientemente, DOS SANTOS, MORTIMER (2019) proponen una tipología de categorías para la GS -descripción, explicación, generalización y abstracción- a partir de la realizada por CÓRDOVAJIMÉNEZ et al. (2016). El trabajo didáctico con las transiciones entre los niveles de conceptualización de la materia que la residente desarrolla con los estudiantes permite delimitar los movimientos hacia conceptualizaciones caracterizadas en términos de diferentes intensidades de gravedad semántica. En efecto, la transición de una conceptualización en el nivel macroscópico a una conceptualización centrada en el nivel submicroscópico, estará relacionada a una disminución en la gravedad semántica (esto es, GS+ a GS-) y viceversa. En estos términos, el empleo de los niveles de conceptualización, para el análisis de los movimientos correspondientes a la gravedad semántica, facilita la identificación de estas transiciones y potencia el análisis. Estas posibilidades se fortalecen aún más cuando las interacciones verbales docente-estudiantes están centradas en el empleo

explícito de los niveles de conceptualización y en el reconocimiento de términos según cada uno de estos niveles.

La dependencia de la gravedad semántica con el contexto es inferida a partir de una mayor o menor presencia del evento en el discurso. Esta dependencia se expresa en diferentes modalidades atendiendo que la referencia al fenómeno puede realizarse discursivamente según diferentes aproximaciones conceptuales. En este contexto, los niveles de conceptualización permiten dar cuenta de estas lecturas. Durante la secuencia de intercambios correspondientes a este episodio, estudiantes y residente hablaron sobre el fenómeno priorizando el nivel de conceptualización submicroscópico. Esta delimitación de la lectura es guiada por la practicante que ubica los intercambios preferentemente en ese nivel. Sin embargo, esta interpretación no es unívoca en el sentido que no se restringe a las relaciones semánticas propias de términos del nivel de conceptualización submicroscópico; en algunas intervenciones se incorporan términos propios del nivel macroscópico e incluso descripciones perceptuales del fenómeno, esto es, ubicándose en un nivel fenoménico (TABER, 2013b).

Practicante y estudiantes comparten discursivamente el contenido de la estructura de la explicación en términos de niveles de conceptualización (CA-AMAÑO ROS, 2014). Este trabajo se identifica en diferentes instancias del episodio: por un lado, ubicando la lectura del fenómeno por referencia a un nivel de conceptualización; por otro, explicitando la estructura de la explicación. En este último caso, la secuencia temporal de eventos en la narrativa de la explicación es definida por la residente en términos de los niveles de conceptualización. Así, la referencia a los niveles se instala como un recurso didáctico para vehicular discursivamente la estructura y el contenido de la explicación. Además, la practicante promueve el reconocimiento de términos en el texto de la explicación, según su pertenencia al nivel de conceptualización. Esta clasificación le permite, posteriormente, identificar segmentos del texto en términos del nivel privilegiado en cada caso. Este

reconocimiento es utilizado por la residente para facilitar el posterior análisis de la estructura en los términos mencionados.

Como sostiene MATON (2013a), los movimientos de la gravedad semántica no son homogéneos ni universales y ningún tipo de onda puede presumir de universal. El autor sugiere que una pregunta es clave para la investigación: ¿qué perfiles sirven para qué propósitos, para quién y en qué contextos? En este sentido, los perfiles semánticos deben ser analizados en su dependencia contextual, en tanto difieren entre las áreas temáticas y las etapas de la educación. En este sentido, los resultados de esta investigación son leídos, por un lado, en términos del aporte que la noción de gravedad semántica presenta para el trabajo discursivo con explicaciones científicas escolares; por otro, desde la contribución a la interpretación de la GS a partir de los niveles de conceptualización.

Este estudio puede ser utilizado en instancias de socialización con residentes de profesorado en ciencias para analizar el discurso docente en el aula, en particular la explicación científica escolar. La categoría 'gravedad semántica' constituyó una herramienta útil para explicitar las transiciones entre diferentes niveles de abstracción que suelen obstaculizar los aprendizajes y visibilizar la complejidad asociada al trabajo didáctico con las explicaciones científicas escolares. Promover la reflexión sobre estas transiciones durante el trabajo didáctico con explicaciones científicas escolares permitiría evidenciar la importancia relevancia de la enseñanza de este género discursivo en las aulas de ciencia (ATKINSON, et al., 2020; HORWOOD, 1988; NÚÑEZ, BARROS, 2019).

6. Referencias

- ATKINSON, M. B.; et al. Constructing Explanations in an Active Learning Preparatory Chemistry Course. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 3, pp. 626–634. 2020. doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00901
- BAJTIN, M. **Estética de la creación verbal**. Siglo XXI Editores. México D.F.: México, 1982. pp. 248-293.
- BARGALLÓ, C. M. **Aprender ciencias a través del lenguaje**. Educar (Abril-Junio). 2006.
- BERNSTEIN, B. Vertical and horizontal discourse: an essay. **British Journal of Sociology of Education**, v. 20, n. 5, pp. 157-173. 1999. doi: 10.1080 / 014256999995380
- BUCAT, B.; MOCERINO, M. Learning at the Sub-micro Level: Structural Representations. In GILBERT, J.K.; TREAGUST, D. (Org.). **Multiple Representations in Chemical Education**. Springer. London: England, 2009. pp. 11-29.
- CAAMAÑO ROS, A. C. La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales**, Barcelona.V. 78, pp. 7-20. 2014.
- CABELLO, V. M.; REAL, C.; IMPEDOVO, M. A. Explanations in STEM Areas: an Analysis of Representations Through Language in Teacher Education. **Research in Science Education**, n. 49, pp. 1-20. 2019.
- CHARALAMBOUS, C. Y., HILL, H. C.; BALL, D. L. Prospective teachers' learning to provide instructional explanations: how does it look and what might it take? **Journal of Mathematics Teacher Education**, v. 14, n. 6, pp. 441-463. 2011. doi:10.1007/s10857-011-9182-z
- CLARENCE, S. Surfing the waves of learning: enacting a Semantics analysis of teaching in a first-year Law course. **Higher Education Research & Development**, v.36, n. 5, pp. 920-933. 2017. doi:10.1080/07294360.2016.1263831
- CÓRDOVA JIMÉNEZ, J.; et al. Olas de significado en la interacción profesor-alumno: análisis de dos clases de Ciencias Naturales de un 6to de primaria. **Ciência & Educação** (Bauru), Bauru – SP, v. 22, n. 2, pp. 335-350. 2016. doi: 10.1590/1516-731320160020005
- DA PORTA, E. Aportes de Bajtín para una profundización analítica de la comunicación. In: ARÁN, P. O (Org.). **La herencia de Bajtín. Reflexiones y migraciones**. Centro de Estudios Avanzados,

- UNC. Córdoba: Argentina, 2017. pp. 203-220.
- DOS SANTOS, B. F.; MORTIMER, E. F. Ondas semânticas e a dimensão epistêmica do discurso na sala de aula de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.24, n. 1, pp. 62-80. 2019. doi: 10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p62
- DRIVER, R.; et al. Constructing scientific knowledge in the classroom. **Educational Researcher**, v.23, n.7, 1994. pp. 5-12. doi: 10.3102/0013189X023007005
- GEORGIU, H.; MATON, K.; SHARMA, M. Recovering Knowledge for Science Education Research: Exploring the "Icarus Effect" in Student Work. **Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education**, Ontario, v.14, n. 3, pp. 252-268. 2014. doi: 10.1080 / 14926156.2014.935526
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.; RUTHERFORD, M. Models in explanations, Part 2: Whose voice? Whose ears? **International Journal of Science Education**, v.20, n. 2, pp. 187-203. 1998a. doi:10.1080/0950069980200205
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.; RUTHERFORD, M. Models in explanations, Part 1: Horses for courses? **International Journal of Science Education**, v.20, n.1, pp. 83-97. 1998b. doi: 1080/0950069980200106
- GUBA, E.; LINCOLN, Y. Competing Paradigms in Qualitative Research. In ;LINCOLN, Y. S. (Org.). **Handbook of Qualitative Research**. v. 2. Sage. Thousand Oaks, CA: USA, 1994. pp. 105-117.
- HARTLEY, J. Case study research. In: CASSELL, C.; SYMON, G. (Org.). **Essential guide to qualitative methods in organizational research**. Sage. London: England, 2004. pp. 323-333.
- HORWOOD, R. H. (1988). Explanation & description in science teaching. **Science Education**, v.72, n.1, pp. 41-49. 1988. doi:10.1002/sce.3730720104
- KRAJCIK, J.; et al. Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. **Journal of the Learning Sciences**, v.7, n.3-4, pp. 313-350. 1998. doi: 10.1080/10508406.1998.9672057
- LEMKE, J. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Paidós. Barcelona: España, 1997.
- MATON, K. Theories & things: The semantics of disciplinarity. In: FRANCES, C.; _____ (Eds.). **Disciplinarity: Functional linguistic & sociological perspectives**. Continuum International Publishing Group. London: England, 2011. pp. 62-84.
- MATON, K. Making semantic waves: A key to cumulative knowledge-building. **Linguistics & Education**, v.24, n.1, pp. 8-22. 2013a. doi:10.1016/j.linged.2012.11.005
- MATON, K. **Knowledge & knowers: Towards a realist sociology of education**. Routledge. London: England, 2013b.
- MATON, K. Building powerful knowledge: The significance of semantic waves. In: BARRETT, B. & RATA, E. (Org.). **Knowledge & the Future of the Curriculum**. Palgrave Studies in Excellence & Equity in Global Education. Palgrave Macmillan. London: England, 2014. pp. 181-197. doi:10.1057/9781137429261_12
- MATON, K. Legitimation code theory: Building knowledge about knowledge-building. In: _____; HOOD, S.; SHAY, S. (Org.). **Knowledge-building. Educational studies in Legitimation Code Theory**. Routledge. London: England, 2016. pp. 1-23.
- MATON, K.; HOOD, S.; SHAY, S. **Knowledge-building: Educational studies in legitimation code theory**. Routledge. London: England, 2016. doi:10.4324/9781315672342-12
- MATON, K.; HOWARD, S. K. **Taking autonomy tours. LCT Centre for Knowledge-Building. Sydney: Australia**, 2018. pp. 1-35
- MCNEILL, K. L.; KRAJCIK, J. Scientific explanations: Characterizing & evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v.45, n.1, pp.53-78. 2008. doi: 10.1002 / té.20201
- MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M.; SALDAÑA, J.

- Qualitative data analysis: A methods source-book.** Sage Publications. London: England, 2013.
- NÚÑEZ, I. B.; DE BARROS, S. C. B. A produção de textos científicos explicativos na formação inicial de professores de Química. **Revista Educação em Questão**, v. 57, n. 51. 2019. doi: 10.21680/1981-1802.2019v57n51ID15711
- RAPPA, N. A.; TANG, K.-S. Integrating disciplinary-specific genre structure in discourse strategies to support disciplinary literacy. **Linguistics and Education**, n. 43, pp. 1-12. 2018. doi: 10.1016/j.linged.2017.12.003
- SALDAÑA, J. **The coding manual for qualitative researchers.** London: England, 2015.
- SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. H. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. **Acta Scientiae**, Canoas, v.16, n. 2, pp. 237-263, 2014.
- STAKE, R. E. El estudio de casos cualitativos. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Org.). **Estrategias de investigación cualitativa** (v. III). Gedisa. Barcelona: España, 2012. pp. 154-197.
- STRAUSS, A. L.; CORBIN, J. **Basics of qualitative research: Techniques & procedures for developing grounded theory.** Sage Publications. London: England, 1998.
- TABER, K. Learning at the symbolic level. In: GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. (Org.). **Multiple representations in chemical education** (v. 4). Springer. London: England, 2009. pp. 75-105.
- TABER, K. S. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge & the psychology of learning to inform chemistry education. **Chemistry Education Research & Practice**, v.14, n. 2, pp. 156-168. 2013a. doi: 10.1039/C3RP00012E
- TABER, K. S. Three levels of chemistry educational research. **Chemistry Education Research & Practice**, v.14, n. 2, pp. 151-155. 2013b. doi: 10.1039 / C3RP90003G
- TALANQUER, V. Macro, submicro, & symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v.33, n. 2, pp. 179-195. (2011). doi: 10.1080 / 09500690903386435
- TANG, K.-S. Constructing scientific explanations through premise–reasoning–outcome (PRO): an exploratory study to scaffold students in structuring written explanations. **International Journal of Science Education**, v. 38, n. 9, pp. 1415-1440. 2016. doi: 10.1080/09500693.2016.1192309
- TANG, K.-S. The Use of Epistemic Tools to Facilitate Epistemic Cognition & Metacognition in Developing Scientific Explanation. **Cognition and Instruction**, pp. 1-29. 2020. doi: 10.1080/07370008.2020.1745803
- VOLOSHINOV, V. **El Marxismo y la filosofía del lenguaje.** Godot Ediciones. Buenos Aires: Argentina, 2009.
- YEO, J.; GILBERT, J. K. Constructing a scientific explanation. A narrative account. **International Journal of Science Education**, v.36, n. 11, pp. 1902-1935. 2014. doi:10.1080/09500693.2014.880527





O CONHECIMENTO EM VIGOTSKI: UMA CONTRIBUIÇÃO À COMPREENSÃO DO REFERENCIAL HISTÓRICO-CULTURAL

THE KNOWLEDGE IN VYGOTSKY: A CONTRIBUTION TO THE USE AND UNDERSTANDING OF HISTORICAL-CULTURAL REFERENCE

CONOCIMIENTO EN VIGOTSKI: UNA CONTRIBUCIÓN PARA ENTENDER EL MARCO HISTÓRICO-CULTURAL

Douglas Augusto Galbiatti*, y Eder Pires de Camargo**,

Cómo citar este artículo: Galbiatti, D. A. y Camargo, E. P. (2021). O conhecimento em Vigotski: uma contribuição à compreensão do referencial histórico-cultural. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 128-139. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15931>

Resumen

Nesse artigo abordamos pontos chave acerca do tema do conhecimento segundo a perspectiva vigotskiana, tais como: apropriação do conhecimento, parceiro mais capaz e desenvolvimento do pensamento. Expomos assim, segundo essa teoria, as formas pelas quais o conhecimento é formulado e internalizado pelos seres humanos. Almejamos, dessa forma, elucidar as vias de formação e desenvolvimento intelectual dos indivíduos, embasados nas investigações experimentais de Vigotski e seus colaboradores. Para esse autor, o conhecimento é um produto essencialmente cultural, que é internalizado pelos indivíduos devido às interações sociais existentes entre eles e, em especial, os reconhecidos “parceiros mais capazes”. Salientamos, ainda, que as contribuições presentes nesse artigo são de cunho teórico..

Palavras Chave: Vigotski; Teoria histórico-cultural; Conhecimento..

Abstract

In this paper, we dissert about an issue question from the Vygotskian theoretical perspective, such as the appropriation of knowledge, more capable peers, and development of thought. Thus, from the perspective of historical-cultural theory, we expose the ways whereby knowledge is formulated and interiorized by human beings. We crave, then, to elucidate the forms of construction and intellectual development of individuals grounded in experimental discoveries of Vygotsky and collaborators. For this author, the knowledge is a product essentially cultural, which is interiorized by individuals due to social interactions between them and, in special, the designated

Recibido: 13 de fevereiro de 2020; aprovado: 19 de junho de 2020

* Universidade Estadual Paulista UNESP, Bauru. galbiattid@yahoo.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7854-0662>

** Docente do Departamento de Física e Química da Universidade Estadual Paulista UNESP de Ilha Solteira eder.camargo@unesp.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2577-9885>

“more capable peers”. We also point out that contributions in this article are theoretical.

Keywords: Vygotsky; Historical-cultural theory; Knowledge.

Resumen

En este artículo abordamos puntos clave sobre el tema del conocimiento desde una perspectiva vigotskiana, tales como: apropiación del conocimiento, el socio más capaz y el desarrollo del pensamiento. Por lo tanto, según esta teoría, exponemos las formas en que los seres humanos formulan e internalizan el conocimiento. De esta manera, nuestro objetivo es dilucidar las formas de capacitación y desarrollo intelectual de los individuos, con base en las investigaciones experimentales de Vigotski y sus colaboradores. Para este autor, el conocimiento es un producto esencialmente cultural, que es internalizado por los individuos debido a las interacciones sociales entre ellos y, en particular, los "socios más capaces" reconocidos. También enfatizamos que las contribuciones en este artículo son de naturaleza teórica.

Palavras chave: Vigotski; Teoría histórico-cultural; Conocimiento.

1. Introdução

Dissertamos a respeito da problemática da apropriação do conhecimento segundo a teoria histórico-cultural abordando alguns conceitos chave que nos permitem compreender como se dá, no interior dessa perspectiva teórica, a apropriação do conhecimento pelos indivíduos. Esses conceitos são: interação social, motivação, imitação, parceiro mais capaz e pensamento.

Para Vigotski (2001), a apropriação do conhecimento por um indivíduo ocorre a partir do estabelecimento de relações sociais entre ele e os pares que compõem o contexto social. No âmbito das relações sociais, o indivíduo encontra e cria, juntamente com os demais, as condições necessárias e suficientes para a apropriação da cultura humana produzida ao longo dos séculos, cultura essa que engloba diversas formas de conhecimento, seja ele científico ou não.

Sobre esses cinco conceitos, estruturamos toda a discussão presente nesse artigo, de modo a tentar acrescentar uma contribuição ao conjunto das interpretações advindas das leituras de Vigotski e,

possivelmente, superar alguns equívocos.

Para exemplificar esse tipo de equívoco, podemos apontar a tendência teórica que caracteriza conceitos dialéticos linearmente. Essa tarefa se mostra impossível devido à natureza dos conceitos em questão. Por exemplo, alguns autores, como Pereira e Júnior (2014), afirmam ser um erro, segundo a teoria vigotskiana, interpretar os livros-texto como “parceiro mais capaz”. Essa afirmação é equivocada sob nossa interpretação. Pois, como afirma Gaspar (2006), o próprio Vigotski (2001, p. 342) considera a possibilidade do estabelecimento de interações sociais mesmo quando não há a presença física do parceiro mais capaz, como no caso em que menciona a solução de problemas pela criança sozinha, em casa, após ter estado em contato com a solução de um docente em sala de aula.

Se é no estabelecimento e no decorrer das interações sociais que pode haver o desenvolvimento da relação de intersubjetividade (WERTSCH, 1984; URIAS, 2013), como poderia um sujeito externo à interação definir critérios objetivos para a caracterização de alguém ou algum material como parceiro

mais capaz?

Há uma profunda contradição presente na ação de definir critérios lineares para a classificação ou caracterização do “parceiro mais capaz”. Pois, se assim for, se desconsiderará a dialética envolvida nas interações. Afinal, a dialética, na teoria histórico-cultural, é a própria pressuposição do contraditório, ou seja, da influência mútua dos agentes envolvidos em uma situação de interação.

Apenas os indivíduos envolvidos nas interações têm a possibilidade de caracterizar (ainda que de forma inconsciente¹) um indivíduo como parceiro mais capaz. Dessa forma, não há critério linear que nos permita estabelecer quais são as características típicas de um parceiro mais capaz. A eleição de tal parceiro ocorre apenas no seio das interações sociais, de acordo com as particularidades dessas interações e como produto delas.

Nos tópicos subsequentes abordamos esses conceitos vigotskianos mais aprofundadamente, de modo a tentar fixar a contribuição mencionada acima.

2. As premissas para o conhecimento sob uma perspectiva vigotskiana

Para abordarmos o tema do conhecimento segundo um olhar fundamentado na teoria da aprendizagem de Vigotski, há algo primordial que deve ser levado em conta: o papel da língua². Pois, ela é central para a apropriação do conhecimento pelos seres humanos.

A premissa básica para que o ato de conhecer se torne possível é a apropriação de uma língua fundamentada em signos. Só nos é possível conhecer algo, ou seja, nos apropriarmos ou formularmos conhecimento a respeito de um determinado assunto, através da internalização da língua de nossos parceiros sociais. Como expressa Vigotski sobre o desenvolvimento do pensamento por conceitos (pensamento abstrato):

No processo de formação dos conceitos, esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se seu símbolo. Só o estudo do emprego funcional da palavra e do seu desenvolvimento, das suas múltiplas formas de aplicação qualitativamente diversas em cada fase etária mas geneticamente inter-relacionadas, pode ser a chave para o estudo da formação de conceitos (VIGOTSKI, 2001, p. 161). Nossa preocupação é, portanto, apontar as formas com que o conhecimento formulado pela humanidade no decorrer da história é internalizado pelos indivíduos através da interação social com seus pares. É possível afirmar, segundo Vigotski (2001; 2014), que a comunicação é a premissa basilar do processo de internalização do conhecimento pelos indivíduos. A problemática desse processo de internalização do conhecimento, que não é linear, será aprofundada posteriormente.

A aquisição da língua fundamentada em signos é o degrau que diferencia as possibilidades intelectuais humanas em relação às de qualquer outro animal, segundo Vigotski (2001). Pois, é a língua que, em seu desenvolvimento interindividual, caminha junto ao pensamento, estruturando-o e sendo estruturada por ele, tornando-nos capazes de atingir aquilo que o mesmo autor denomina de “pensamento verbal”. Nas palavras do próprio Vigotski: “[...] Em determinado ponto, ambas as linhas se cruzam, após o que o pensamento se torna verbal e a fala se torna intelectual” (VIGOTSKI, 2001, p. 133).

Vigotski (2001) afirma que é através da aquisição da língua que se torna possível o pensamento verbal, e se é através do pensamento verbal que nos é apresentada a possibilidade de internalizar conhecimentos historicamente elaborados pela humanidade, necessitamos, para conhecer algo, das ferramentas linguísticas que nos permitam tal ação.

A língua é, no início do desenvolvimento, o meio que nos permite estruturar formas de comunicação complexas com nossos pares. E, é no ato de comunicação que internalizamos a língua e, em virtude dela, o processo de conhecer se torna viável. Sem

1 Na teoria de Vigotski, uma ação inconsciente é aquela que carece de atenção voluntária.

2 O conceito de língua pode ser expresso como: uma forma de comunicação fundamentada e mediada por signos.

isso, ficaríamos presos às nossas sensações empíricas do mundo, sem qualquer perspectiva de elaboração, caracterização e interpretação social detalhada daquilo que nos rodeia.

3. A internalização interindividual do conhecimento

Como já foi destacado anteriormente, é a língua que fornece ao indivíduo os instrumentos necessários para o processo de internalização do conhecimento. Esses instrumentos advindos da aquisição da língua não são de natureza qualquer, são instrumentos utilizados no ato de pensar, os quais Vigotski (2001) denomina “signos”, e que atuam na própria estrutura do pensamento verbal que edifica as fundações básicas do conhecimento.

Segundo esse autor, o signo fundamental é a palavra, e é com ela que atuamos no processo de conhecer, no sentido de nos apropriarmos dos conhecimentos disponíveis no contexto social em que estamos imersos. Nas palavras do autor: “o pensamento não se exprime na palavra mas nela se realiza” (VIGOTSKI, 2001, p. 409).

Ao buscar conhecer um determinado assunto, o indivíduo estabelece, segundo Vigotski (2001), uma relação de comunicação com algum “parceiro mais capaz” que detenha o conhecimento em questão. A partir da relação entre esses dois indivíduos, o primeiro busca apreender, a partir do discurso do segundo, aquilo que deseja.

O “parceiro mais capaz” é sempre entendido, pelo indivíduo que busca conhecer, como alguém que detém o conhecimento almejado (IVIC, 1989). E, Vigotski afirma que, é na relação com o “parceiro mais capaz” que ocorre a internalização de conhecimentos.

Porém, o processo de internalização do conhecimento não é, de maneira alguma, trivial. Nesse processo, que ocorre nas diversas interações sociais entre os indivíduos, o desenvolvimento do pensamento transpassa uma série de fases e estágios, que vão desde o pensamento idiossincrático (particular e muito imbricado com as relações sensoriais diretas) até o pensamento por conceitos, que é o nível mais

abstrato de elaboração psicológica.

Na estruturação do pensamento, a compreensão das palavras é reformulada, o entendimento de um ou outro tema é reelaborado e a apropriação de cada assunto torna-se mais dissociada e independente da realidade objetiva.

Vigotski (2001) expressa que toda essa evolução do pensamento, passando do mais concreto ao mais abstrato, germina da imitação que cada indivíduo realiza de seus “parceiros mais capazes”. Esse autor é bastante categórico quanto ao papel da imitação na aquisição do conhecimento. Para ele, ao nos relacionarmos, através da mediação da língua, com nosso “parceiro mais capaz”, nós o imitamos e, assim, podemos internalizar os conhecimentos colocados em questão durante a interação social. Porém, essa imitação de que Vigotski trata não é mecânica, mas é ativa e interindividual (acontece na interação entre os indivíduos), implicando no fato de que jamais conseguimos internalizar algum conhecimento, em uma interação social, exatamente da mesma forma com que nosso “parceiro mais capaz” o internalizou anteriormente, havendo sempre, na apropriação dos conhecimentos, particularidades individuais. Afinal, as interações têm natureza mediata.

Imitar, para Vigotski, é reproduzir, segundo as particularidades individuais, ações objetivas e de pensamento. Toda ação realizada pelo indivíduo que imita carrega em si as características inerentes a ele. Na imitação, o indivíduo busca repetir as ações do outro a partir de suas próprias ferramentas de pensamento, modificando a estrutura da ação, do próprio pensamento, bem como da interação.

Na criança, ao contrário, o desenvolvimento decorrente da colaboração via imitação, que é a fonte do surgimento de todas as propriedades especificamente humanas da consciência, o desenvolvimento decorrente da aprendizagem é o fato fundamental. Assim, o momento central para toda a psicologia da aprendizagem é a possibilidade de que a colaboração se eleve a um grau superior de possibilidades intelectuais, a possibilidade de passar daquilo que a criança consegue fazer para aquilo que ela não consegue por

meio da imitação. Nisto se baseia toda a importância da aprendizagem para o desenvolvimento, e é isto o que constitui o conteúdo do conceito de zona de desenvolvimento imediato. A imitação, se concebida em sentido amplo, é a forma principal em que se realiza a influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento. A aprendizagem da fala, a aprendizagem na escola se organiza amplamente com base na imitação (VIGOTSKI, 2001, p. 331).

Portanto, para Vigotski, o conhecimento provém da relação social que pode se estabelecer entre dois ou mais indivíduos, na qual um, ao apresentar uma dada gama de características é compreendido pelos demais como “parceiro mais capaz” e vai, à medida que interage com eles, tornando possível a internalização interindividual dos conhecimentos colocados em discussão. Assim, é possível afirmar que, definida a situação de interação social, pode se estabelecer, de acordo com a motivação de cada indivíduo, a intersubjetividade que, acompanhada da mediação semiótica atingida pelos indivíduos, compõe o meio pelo qual os mesmos podem internalizar os conhecimentos socializados. E, isso ocorre tanto para o “parceiro mais capaz” quanto para os demais indivíduos, pois é na interação que surgem os conhecimentos que são compartilhados, o que pode gerar novas compreensões sobre temas já conhecidos (WERTSCH, 1984; URIAS, 2013).

4. A estruturação do conhecimento

A inferência lógica que nasce do item anterior é a de que os seres humanos têm a capacidade de aprender com seus pares a partir dos conhecimentos deles. Por exemplo, aprender, ou seja, se apropriar dos conhecimentos relativos a uma ciência como a física, é se apropriar dos conceitos elaborados, desenvolvidos, compilados e sistematizados pelos cientistas no decorrer da História da humanidade, pois a física não está na natureza, visto que é, ela própria, a interpretação humana dos fenômenos naturais.

De forma mais abrangente, o próprio conhecimento

é, na teoria histórico-cultural, um produto histórico-cultural e é comunicado pelos humanos a outros humanos através da linguagem.

E, na estruturação desses conhecimentos compartilhados em interações sociais com os parceiros mais capazes, o pensamento passa por estágios e fases que vão desde o mais concreto até o abstrato, como mencionado anteriormente.

Assim, ao definirmos um assunto sobre o qual queremos saber mais e encontrarmos um “parceiro mais capaz” que possa nos auxiliar no processo de internalização do conhecimento almejado, iniciamos uma jornada na qual as formas básicas de nosso pensamento irão se diferenciar através da aquisição de novas palavras, o que contribuirá para a compreensão, cada vez mais abstrata, dos temas em questão.

Nos primeiros estágios, nosso pensamento se fundamenta sobre as experiências sensoriais que advém daquilo que buscamos conhecer. Em outras palavras, pensamos quase que somente segundo as percepções sensoriais e palavras que possam ser diretamente relacionadas ao objeto alvo de nossa atenção.

Mas, na medida em que nos apropriamos de conhecimentos novos por meio da aquisição de novas palavras, passamos a pensar mais e mais abstratamente, até conseguirmos compreender o tema que é objeto de nossa atenção. Vigotski (2001) denomina esse produto final como: “pensamento por conceitos”. Nesse estágio do pensamento, não precisamos mais nos referir às características concretas de algo para que possamos compreendê-lo. Um exemplo pode ser dado se pensarmos em uma porta. Ao nos ser apresentada, pela primeira vez, a palavra “porta”, é como se somente um objeto específico se chamasse porta. Porém, devido às diversas interações com pessoas que já compreendem o substantivo “porta” abstratamente, passamos a compreender que há uma vasta gama de diferentes portas, com diferentes formatos e finalidades, ou seja, passamos a compreender “porta” abstratamente, de forma generalizada.

O mesmo processo ocorre para todos e quaisquer

conhecimentos com os quais venhamos a nos relacionar. No entanto, existe uma condição básica para que o processo de internalização de conhecimento possa ocorrer: a motivação. Sem a motivação não há formas pelas quais possa se dar a aquisição do conhecimento (VIGOTSKI, 2001).

A chave para qualquer empreitada de apropriação de conhecimento é a motivação, tanto intrínseca quanto extrínseca.

Podemos destacar a motivação como a vontade de compreender um determinado ramo do conhecimento. Sendo que, aqui, vontade é sinônimo do desejo (LIBÂNEO, 2004) que leva à realização das ações objetivas e psicológicas necessárias à internalização. É relevante frisar, ainda, que tal vontade é individual e interindividual, ou seja, é dependente das características das interações sociais estabelecidas pelos indivíduos. Indicando que a realização de ações objetivas e psicológicas produz e é produto das motivações individuais.

Estando o indivíduo motivado e em contato social com parceiros mais capazes, as condições para a aquisição intelectual de conhecimento estão estabelecidas e o processo de reformulação do pensamento, dentre os estágios e fases descritos por Vigotski, pode ocorrer.

5. Conhecimento: um produto cultural

Na teoria vigotskiana, o tema do conhecimento está sempre presente, mesmo que implicitamente, principalmente se pensarmos que os construtos científicos de Vigotski e seus colaboradores edificam uma teoria da aprendizagem.

Portanto, ao observarmos as formas com que esse autor disserta sobre o processo de conhecer, ou seja, das formas pelas quais os indivíduos internalizam os mais diversos conhecimentos, somos levados a uma inferência lógica bastante contundente, que é: os seres humanos não só necessitam de parceiros mais capazes para internalizar novos conhecimentos sistematizados, como, sem eles, seria impossível essa aquisição.

É relevante ressaltar também que o parceiro mais

capaz não necessariamente precisa ser alguém, podendo também ser um livro, por exemplo. No entanto, podemos perceber o paradoxo envolvido na internalização de conhecimentos a partir da relação singular com livros se pensarmos que, para ler, é preciso ter aprendido a decifrar os códigos que representam aquilo que denominamos “letras” e que compõem graficamente as palavras, que, por sua vez, estruturam as frases, que, por fim, norteiam os significados e sentidos das relações comunicativas interindividuais e intraindividuais.

Para o autor em destaque, o conhecimento é um produto essencialmente cultural, que surgiu e surge devido às necessidades sociais humanas e que somente pode ser compartilhado através das relações entre os indivíduos mais e menos capazes.

Daí, podemos concluir que sem os parceiros mais capazes que possam auxiliar os indivíduos na aquisição dos conhecimentos estruturados e sistematizados pela humanidade no decorrer da história, todos os construtos intelectuais humanos se perderiam.

6. Os conceitos científicos e sua função no desenvolvimento do pensamento

Para Vigotski, o desenvolvimento do pensamento se dá na medida em que ocorre o aprendizado. Em outras palavras, toda forma de aprendizado acarreta algum nível de desenvolvimento do pensamento. Porém, tratando especificamente do desenvolvimento do pensamento nos estágios e fases elaborados pelo autor, ou seja, do pensamento sincrético e concreto ao pensamento conceitual e abstrato, faz-se necessária uma forma de aprendizado direcionada e intencional.

Um exemplo de local onde essa forma de aprendizado é possível é a escola. E, para esse autor, é imprescindível para o desenvolvimento do pensamento de crianças e adultos o contato com o conhecimento como ele é abordado em uma instituição escolar. Sem isso, o desenvolvimento intelectual do indivíduo, em relação aos conceitos científicos, fica comprometido, bem como as possibilidades de aprendizado que ele possa ter durante a vida.

Essa ênfase à escola é dada pelo autor baseado na constatação de que é nessa instituição que temos contato com aquilo que ele denominou “conceitos científicos”. Para compreendermos essa nomenclatura é preciso alargar nosso entendimento sobre aquilo que é científico.

Vigotski utiliza o termo “conceito científico” não para designar os conceitos construídos e utilizados no seio de uma ciência em específico, como física ou biologia, mas sim para se referir a conceitos de que hajam definições bem estabelecidas e que sejam ensinados segundo essas mesmas definições, como ocorre na escola.

Em contrapartida aos conceitos científicos há os conceitos espontâneos. Vigotski (2001) apresenta os conceitos espontâneos segundo a seguinte predefinição: conceitos utilizados cotidianamente pelo sujeito sem qualquer definição ou esclarecimento do significado formal. E é na relação dialética de conceitos dessas duas naturezas que ocorre o desenvolvimento do pensamento.

Ao internalizar um conceito científico, por exemplo, na escola, o sujeito já carrega consigo uma série de conceitos espontâneos, os quais internalizou devido às relações comunicativas que estabeleceu com seus pares no cotidiano. Porém, os novos conceitos acarretam uma série de novas realizações intelectuais. À medida que internaliza conceitos científicos, o indivíduo passa a compreender melhor os conceitos espontâneos de que dispõe em seu repertório intelectual, e enquanto utiliza esses novos conceitos, eles vão, aos poucos, tornando-se espontâneos no sentido do emprego cotidiano nos atos de comunicação. Ou seja, quanto mais utiliza os conceitos científicos, mais o indivíduo os compreende e aprende a usá-los de maneira mais coerente em seu cotidiano, o que torna espontâneo o uso dos mesmos.

Em outros termos, “os conceitos científicos “descem” através dos conceitos cotidianos, enquanto que esses últimos “se elevam” através dos primeiros citados” (LVOVSKI, 1996, p. 177).

Assim, conforme uns e outros conceitos são internalizados pelo indivíduo, ele passa a dispor das ferramentas necessárias ao desenvolvimento do seu

próprio pensamento e na medida em que se esforça para compreender novos temas segundo o repertório de conceitos de que dispõe e que internaliza no processo de aprendizado, o indivíduo desenvolve o próprio pensamento.

No início do aprendizado de qualquer tema, o indivíduo dispõe de poucos signos (palavras) para se remeter àquilo de que busca se apropriar e, por isso, pauta-se sobre os aspectos mais concretos e mais palpáveis. E, ao aprender mais sobre aquilo que deseja, o repertório de conceitos do indivíduo aumenta e se qualifica, e ele reformula a compreensão que tinha a partir dos novos signos de que passa a dispor.

7. O parceiro mais capaz

O parceiro mais capaz exerce um papel central na apropriação do conhecimento nas interações interindividuais (VIGOTSKI, 2001).

A partir do estabelecimento da interação social com o parceiro mais capaz, o indivíduo apreende as formas de organização do conhecimento historicamente desenvolvidas pela humanidade e apropria-se do conteúdo que compõe essas formas, transformando o conteúdo e a forma do seu próprio pensamento, bem como o próprio meio social em que está inserido (FACCI, 2004).

Ao apropriar-se das formas e do conteúdo dos conhecimentos elaborados historicamente, o indivíduo imprime neles suas particularidades, transformando, assim, a própria estrutura do conhecimento humano, num movimento dialético intenso entre modificar e ser modificado, entre ser estruturado pelo meio social e estruturá-lo através das interações sociais. Como apontado por Ivic (1989), as interações sociais entre dois indivíduos, no que diz respeito ao compartilhamento de conhecimentos distintos, tanto em forma quanto em conteúdo, tornam-se possíveis de acordo com as diferenças entre os sistemas semióticos apropriados por cada um. Ou seja, cada indivíduo apropria-se dos conhecimentos constituídos historicamente de uma maneira interindividual distinta, o que permite o estabelecimento das interações

sociais em que há a comunicação e a apropriação de conhecimentos distintos pelos parceiros. Visto que a apropriação de conhecimentos depende das características inerentes a cada interação social vivenciada pelo indivíduo e seus interlocutores.

Os traços distintivos básicos desse nível seriam: a) que os parceiros aparecem em diferentes papéis sociais (tais como aqueles de pais vs filhos, professores vs alunos, comandantes vs executores, etc.); b) que os parceiros individuais diferem no que eles são, ou não são, os portadores de diferentes sistemas semióticos; c) que os parceiros individuais diferem na medida em que são portadores (**e são socialmente definidos como tal!**) de sistemas de conhecimento, valores, etc (IVIC, 1989, p. 3, tradução nossa, grifo nosso).

Ivic afirma também que a caracterização do sistema semiótico de que cada indivíduo se apropria é social. Em outras palavras, é o indivíduo que caracteriza seu possível parceiro mais capaz como detentor de um sistema semiótico que lhe interessa, ação que não garante que esse último tenha se apropriado dos conhecimentos que são objetos de interesse do primeiro. Além disso, visto que a caracterização do parceiro mais capaz é social, podemos concluir que é também afetiva e volitiva. Já que a separação dos aspectos intelectuais e afetivo-volitivos da consciência é um erro segundo o próprio Vigotski.

Quando falamos da relação do pensamento e da linguagem com os outros aspectos da vida da consciência, a primeira questão a surgir é a relação entre o intelecto e o afeto. Como se sabe, a separação entre a parte intelectual da nossa consciência e a parte afetiva e volitiva é um dos defeitos radicais de toda a psicologia tradicional. Neste caso, o pensamento se transforma inevitavelmente em uma corrente autônoma de pensamentos que pensam a si mesmos, dissocia-se de toda a plenitude da vida dinâmica, das motivações vivas, dos interesses, dos envolvimento do homem pensante e, assim, se torna um epifenômeno totalmente inútil, que nada pode modificar na vida e no comportamento do homem, ou uma força antiga original e autônoma que, ao interferir na vida da consciência e na vida do

indivíduo, acaba por influenciá-las de modo incompreensível. Quem separou desde o início o pensamento do afeto fechou definitivamente para si mesmo o caminho para a explicação das causas do próprio pensamento [...] (VIGOTSKI, 2001, p. 15).

Dessa caracterização social dos sistemas semióticos de cada indivíduo, afirmada por Ivic, inferimos que o parceiro mais capaz, não precisa, necessariamente, ser uma pessoa, podendo também ser um objeto que detenha um sistema semiótico, tal como um livro-texto, por exemplo.

Visto que os livros-texto contém um sistema semiótico (provavelmente o do(s) autor(es)) do conhecimento científico elaborado historicamente por homens e mulheres e que a caracterização do parceiro mais capaz é social (dependente da forma com que cada indivíduo compreende e atua com o livro), esses materiais podem ser caracterizados pelos indivíduos que os utilizam como parceiros mais capazes e, possivelmente, exercer o papel de tal parceiro.

Através dos textos, proposições de exercícios, indicações de leitura, exercícios resolvidos, imagens, relatos históricos etc, os autores de livros-texto direcionam e dão suporte às atividades desenvolvidas pelos indivíduos, na medida em que esses últimos estabelecem interações com os livros.

Ora, se os livros-texto não pudessem exercer o papel de parceiro mais capaz, como teríamos, por exemplo, nos apropriado dos conhecimentos produzidos pelos físicos do século XIX? Foi através dos livros que os diferentes indivíduos, de nacionalidades distintas, se apropriaram dos conhecimentos produzidos em períodos históricos anteriores.

Extrapolando um pouco mais esse raciocínio e saindo do campo específico dos livros-texto, propomos um questionamento: se os livros não podem exercer o papel de parceiro mais capaz, como foi possível nos apropriarmos de conhecimentos relativos e próprios da teoria histórico-cultural?

Se os livros não podem atuar como parceiro mais capaz, nada podemos aprender lendo-os e, pensando especificamente na teoria histórico-cultural, nada poderíamos ter aprendido com os livros de

Vigotski, que faleceu em 1934.

Em suma, dizendo que os livros-texto não podem exercer o papel de parceiro mais capaz, afirmação que extrapolamos para os demais tipos de livros, se aponta para a ideia de que é impossível qualquer apropriação de conhecimento sem a presença de pessoas com as quais se possa interagir.

Com isso, se ignora a possibilidade do estabelecimento de interações entre os indivíduos e os livros, deixando escapar, assim, a noção dialética de apropriação do conhecimento que implica na possibilidade de caracterização do livro como parceiro mais capaz, de acordo com o contexto social e com as características valorizadas no âmbito da interação. Sobre a apropriação do conhecimento através da leitura, ou seja, da interação com livros, Leontiev – colaborador de Vigotski no desenvolvimento da teoria histórico-cultural - escreveu:

E isto para não falar de um outro parente próximo, em linha reta, da linguagem: a escrita. De resto, é precisamente a escrita e não a linguagem que, com maior frequência, cumpre a função de instrumento de assimilação da experiência; obtemos muito mais conhecimentos, na nossa vida, dos livros e dos apontamentos do que das aulas e das explicações do professor (LEONTIEV, s. d., p. 106).

Ora acontece que quando lemos também se produz uma condensação, mas o que se condensa é a imagem gráfica da palavra e não a sua imagem fônica. Geralmente não lemos as letras nem as suas combinações, mas sim palavras inteiras, que imediatamente traduzimos para o código nervoso. Daqui resulta que a linguagem fônica e a escrita não são como o original e a sua tradução, mas antes dois sistemas de signos absolutamente equivalentes, que coexistem na mente de qualquer homem instruído (LEONTIEV, s. d., p. 108).

É claro que a caracterização dos livros como tais parceiros poderá não ser, por si só, suficiente à apropriação dos conhecimentos pelos indivíduos. Porém, isso dependerá das características da interação estabelecida pelo indivíduo com o livro, assim como acontece nas interações interindividuais.

Compreendemos que o estabelecimento dessa

interação é possível devido às características próprias dos livros-texto, que são planejados e desenvolvidos com o objetivo final de auxiliar os indivíduos no processo de apropriação do conhecimento, e que sugerem a realização de uma série de ações que podem ter impacto no desenvolvimento intelectual (LIBÂNEO, 2004), em que o livro norteia as atividades do indivíduo através da sequência didática estabelecida em seu conteúdo.

Além disso, o próprio Vigotski (2001) expressa a possibilidade de comunicação escrita daquilo que, na presença de outro indivíduo, poderia ser comunicado através fala. Portanto, a ausência física do outro não impossibilita a interação, mas sim, a torna distinta.

É possível como diz Dostoiévski, exprimir todos os pensamentos, sensações e até reflexões profundas com uma palavra. Isto é possível quando a entonação transmite o contexto psicológico interior do falante, o único no qual é possível que a palavra conscientizada seja entendida. Na conversa, ouvida por Dostoiévski, esse contexto consiste uma vez na negação mais desdenhosa, outra vez na dúvida, uma terceira na indignação, etc. Pelo visto, só então o conteúdo interno do discurso pode ser transmitido na entonação, o discurso pode revelar a mais acentuada tendência para a abreviação, e toda uma conversa pode desenvolver-se por meio de uma única palavra.

É perfeitamente compreensível que esses dois momentos, que facilitam a abreviação da linguagem falada – o conhecimento do sujeito e a transmissão imediata do pensamento através da entonação -, sejam totalmente excluídos pela linguagem escrita. É precisamente por isso que aqui somos forçados a empregar bem mais palavras que na linguagem oral para exprimir um mesmo pensamento. Por isso a linguagem escrita é a forma de linguagem mais prolixa, exata e desenvolvida. Nela temos de transmitir por palavras o que na linguagem falada se transmite por entonação e pela percepção imediata da situação (VIGOTSKI, 2001, p. 455).

Vigotski jamais limitou o papel de parceiro mais capaz a pessoas. Ao tratar da zona de desenvolvimento imediato (ZDI) no livro “A construção do

pensamento e da linguagem”, ele afirma, de um resultado experimental, que o parceiro, no caso uma pessoa, que atua em colaboração com a criança em uma atividade, pode auxiliá-la no sentido de que ela consiga desempenhar ações que ainda não conseguiria sozinha por meio da atuação na ZDI.

Afirmamos que em colaboração a criança sempre pode fazer mais do que sozinha. No entanto, cabe acrescentar: não infinitamente mais, porém só em determinados limites, rigorosamente determinados pelo estado do seu desenvolvimento e pelas suas potencialidades intelectuais. Em colaboração a criança se revela mais forte e mais inteligente do que trabalhando sozinha, projeta-se ao nível das dificuldades intelectuais que ela resolve, mas sempre existe uma distância rigorosamente determinada por lei, que condiciona a divergência entre a inteligência ocupada no trabalho que ela realiza sozinha e sua inteligência no trabalho em colaboração [...]. A possibilidade maior ou menor de que a criança passe do que sabe fazer sozinha para o que sabe fazer em colaboração é o sintoma mais sensível que caracteriza a dinâmica do desenvolvimento e o êxito da criança. Tal possibilidade coincide perfeitamente com a sua zona de desenvolvimento imediato (VIGOTSKI, 2001, p. 330).

Ainda, de acordo com Vigotski, o aprendizado, que é produto da colaboração, situa a criança em um novo estado de desenvolvimento intelectual e reestabelece os limites da zona de desenvolvimento imediato, entendida como a distância abstrata entre o desenvolvimento real (caracterizado pelo que a criança pode fazer sozinha) e o desenvolvimento potencial (caracterizado pelo que a criança pode fazer em colaboração) da criança.

Agora, não é uma inferência possível da citação acima que o papel de parceiro mais capaz possa ser desempenhado apenas por pessoas. Se agirmos assim, estaremos apontando para a passividade da criança no estabelecimento da interação social com o parceiro mais capaz, que nas situações da citação acima é quase sempre um adulto. Implicaremos, com isso, a personificação de uma criança inerte, alheia às pessoas e ao mundo que a rodeia, uma simples tábula rasa à espera do conhecimento de

outro a ser depositado nela, desconsiderando que a caracterização do parceiro mais capaz é efetuada pela própria criança em cada contexto social.

Devemos tomar em consideração que Vigotski tem como sujeito de pesquisa as crianças. E, as crianças, em sua maioria, convivem desde tenra idade com os adultos e tendem a percebê-los como fontes seguras de conhecimento, pois são ensinadas a fazê-lo. Dentre esses adultos, podem estar os pais, os professores etc.

Portanto, Vigotski, em consonância com os objetivos do estudo que realizou, estudou as interações das crianças com os adultos que as cercavam no cotidiano social pesquisado. O fato de as crianças terem, nas situações analisadas por Vigotski, parceiros mais capazes humanos, em nada impossibilita a caracterização dos livros como tais parceiros. E, com isso, não estamos, em nenhum sentido, afirmando que os livros possam substituir as pessoas nas interações sociais das mais variadas naturezas. Estamos apenas apontando o livro como um possível parceiro mais capaz.

É importante destacar, mais uma vez, que somente no seio das interações é possível a caracterização do parceiro mais capaz. De forma alguma um indivíduo externo a uma situação de interação poderá estabelecer os limites de caracterização de tal parceiro. São as ocorrências internas de cada interação que levam, ou não, um indivíduo a caracterizar um parceiro como mais capaz. Pois, vale lembrar, a teoria vigotskiana fundamenta-se numa perspectiva filosófica dialética e não linear.

A afirmação de que os livros-texto podem ser caracterizados como parceiro mais capaz não está em desacordo com a lógica interna da teoria da aprendizagem e do desenvolvimento de Vigotski, uma vez que, tal teoria é uma teoria dos afetos e a caracterização supracitada é dependente dos afetos da atuação do indivíduo com os livros. Além disso, nossa afirmação está em acordo com as assertivas do próprio autor a respeito da possibilidade de apreender dos livros aquilo que, em outra situação, poderia ser apreendido do discurso falado de outra pessoa. Por isso, talvez quando sob a perspectiva de um

observador externo, em um contexto de análise, possa ser conferido aos livros-texto apenas o papel de ferramenta, enquanto, no contexto da interação, possa haver a caracterização do livro como parceiro mais capaz.

Tendo dissertado sobre todos os pontos desejados, é possível elaborarmos nossas considerações finais.

8. Uma contribuição às leituras de Vigotski

Para findar esse trabalho, é preciso elucidar, quanto à teoria vigotskiana, possíveis equívocos em algumas leituras que, em virtude de convenções culturais e influências filosóficas positivistas na pesquisa científica, acabam permeando algumas interpretações da teoria da aprendizagem de Vigotski (BOTELHO, 2017).

Vigotski é, por excelência, um pesquisador dialético, ou seja, para ele o desenvolvimento intelectual humano ocorre nas interações que cada indivíduo estabelece socialmente. E, nessas interações, cada indivíduo comunica-se, com um ou mais parceiros, de modo que cada um modifica e é modificado pelos demais, à medida que apreende informações e conhecimentos compartilhados.

Por exemplo, para Vigotski, a língua estrutura a comunicação do indivíduo com seu parceiro, mas também é estruturada por ambos conforme decorre o diálogo entre os dois. Em outras palavras, a língua, composta por signos carregados de significado, marcada por entonações e pelo contexto sociocultural em que os indivíduos estão imersos, é estruturante da interação e estruturada na interação social entre os indivíduos.

Outro ponto de destaque encontra-se justamente na questão da interação entre um indivíduo e aquele que é considerado por ele como “parceiro mais capaz”. De forma alguma, para Vigotski, o “parceiro mais capaz” representa ou contém uma consciência repleta de conhecimento que está à espera de alguém que não o detenha para depositá-lo nesse indivíduo.

Para esse autor, o conhecimento emerge na interação social entre os diversos indivíduos, em que

um, após ter apreendido informações que sejam de interesse mútuo, comunica-as aos demais de acordo com a motivação que permeia a interação. E, partindo dessa interação social, torna-se possível o desenvolvimento intelectual devido à apropriação de novos conhecimentos.

Pode-se perceber, então, que a internalização interindividual de conhecimentos não é linear para Vigotski. Tal processo ocorre durante as interações sociais, com parceiros mais capazes, em que cada indivíduo influencia e é influenciado, modifica e é modificado pelos demais, num campo dialético de ações que são interindividualmente compreendidas. Em síntese, para Vigotski, cada indivíduo, ao relacionar-se com outros que ele compreende como mais capazes, apreende e comunica informações e conhecimentos que podem modificar a estrutura intelectual dele e a dos demais. Para esse autor, todo esse processo dialético, repleto de acontecimentos guiados pela motivação dos indivíduos é proporcionado pela mediação dos signos, que é composta pela internalização interindividual da língua, é estruturada pela língua e estrutura essa última no cerne das interações.

9. Considerações finais

As afirmações de Vigotski nos indicaram que o conhecimento é um produto das necessidades sociais humanas e que a apropriação do mesmo se dá através da relação entre o indivíduo que deseja aprender e o parceiro mais capaz.

Ademais, concluímos que sem os parceiros mais capazes não haveria formas pelas quais o conhecimento sistematizado pela humanidade pudesse ser apreendido pelos indivíduos.

Afirmamos também que o aprendizado promove o desenvolvimento intelectual e fornece os instrumentos de pensamento que poderão ser utilizados em tentativas posteriores de internalização de conhecimento, segundo a teoria histórico-cultural.

Podemos, de forma bastante sintética, expressar uma compreensão sobre o conhecimento segundo os pontos de vista assumidos: o conhecimento é o

produto final da arte de transformar a si mesmo pelo aprendido, transformando o que é aprendido. Através da elucidação dos conceitos vigotskianos destacados nesse trabalho, esperamos contribuir com os pesquisadores que assumem o referencial teórico histórico-cultural em suas pesquisas, bem como suscitar a publicação de novos textos nessa perspectiva teórica a fim de aprofundarmos paulatinamente nossos conhecimentos sobre esse tema.

10. Referências

- BOTELHO, R. **O processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental na perspectiva vigotskiana e a formação do pedagogo para o Ensino de Ciências**. 2017. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Campus de Bauru Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2017.
- FACCI, M. G. D. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigotski. **Caderno Cedes**, Campinas, vol. 24, n. 62, p. 64-81, abril 2004.
- GASPAR, A. **A teoria de Vigotski – um novo e fértil referencial para o ensino de ciências**. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual “Julio de Mesquita Filho”, Campus Guaratinguetá, 2006.
- IVIC, I. Social interaction: social or interpersonal relationship – Trabalho apresentado à **Conferência anual da associação psicologia italiana**, Trieste, 27 a 30 de setembro de 1989.
- LEONTIEV, A. N. **Linguagem e razão humana**. Lisboa: editora presença, s. d.
- LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, 2004.
- LVOVSKI, V. A elaboração de imagens conceituais no decorrer da resolução de problemas de Física. In: GARNIER, C; BEDNARZ, N; ULANOVSKAYA, I. (Org.) **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista – escolas russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- PEREIRA, A. P.; JUNIOR, P. L. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 518-535, dez. 2004.
- URIAS, G. **O uso do cinto de segurança numa perspectiva do ensino de ciências problematizadora**. 2013, 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2013.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VIGOTSKI, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. Tradução de: Maria da Pena Villalobos. São Paulo: Ícone, 2014, 12ª edição.
- WERTSCH, J. The zone of proximal development: some conceptual issues. **New Directions for Child and Adolescent Development**, n. 23, p. 7-18, 1984.





UNA PROPUESTA EDUCATIVA BASADA EN EL TPACK PARA LA ENSEÑANZA, EL APRENDIZAJE Y LA EVALUACIÓN DEL CONCEPTO DE MOVIMIENTO

AN EDUCATIONAL PROPOSAL BASED ON TPACK TO THE TEACHING, LEARNING AND EVALUATING THE CONCEPT OF MOVEMENT

UMA PROPOSTA EDUCACIONAL BASEADA EM TPACK PARA O ENSINO, APRENDIZAGEM E A AVALIAÇÃO DO CONCEITO DE MOVIMENTO

Olga Lucía Godoy Morales*,

Cómo citar este artículo: Godoy Morales, O. L. (2021). Una propuesta educativa basada en el TPACK para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 140-157. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15734>

Resumen

El propósito de este artículo es mostrar la integración de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento usando tecnología digital, en una propuesta para la educación superior. Se asumió la integración conceptualmente como una investigación curricular basada en el Conocimiento Pedagógico y Tecnológico del Contenido y empíricamente por medio de un estudio de caso en un curso de física universitario, en el cual se propuso la siguiente hipótesis: si en la propuesta educativa se establecen relaciones entre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento, con la tecnología de los recursos digitales, se contribuye a la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente. La propuesta educativa se concibió como una secuencia de conocimientos organizada con el propósito curricular de enseñar, evaluar y apoyar a los estudiantes en el aprendizaje del concepto de movimiento, incorporando recursos digitales. Su elaboración incluyó cinco pasos: 1) la selección de las principales ideas científicas; 2) la representación del contenido ampliado y de los repertorios de experiencia profesional y pedagógicos; 3) la selección de aspectos históricos; 4) la selección y secuenciación de las actividades y; 5) la planificación micro-curricular. El proceso de práctica en el curso requirió: a) la planificación del proyecto que comprendió la conceptualización teórica, la selección del grupo y la elaboración de la propuesta; b) el estudio empírico abarcó la aplicación y recolección de datos y; c) la evaluación correspondió al análisis de datos y las conclusiones. Una conclusión es que, al asumir el currículo como proyecto de investigación, el profesor logró relacionar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento a través del marco conceptual del Conocimiento Pedagógico y Tecnológico del Contenido.

Palabras Clave: Aprendizaje; Representación del Contenido (CoRe); Enseñanza;

Recibido: *cibido*: 16 de diciembre de 2019; aprobado: 29 de mayo de 2020

* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ogodoy@udistrital.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5480-2135>

Evaluación; Movimiento; Repertorios de Experiencias Pedagógicas y Profesionales (PaP-eR); Conocimiento Pedagógico y Tecnológico del Contenido (TPACK)..

Abstract

The purpose of this article is to show the integration of teaching, learning, and evaluation of the concept of movement based on digital technology as an educational proposal in higher education. Such proposal assumed integration conceptually as a curricular investigation based on the Pedagogical and Technological Content Knowledge and, empirically through a case study in a university physics course, in which it was proposed the following hypothesis: if the educational proposal establishes relationships between teaching, learning, and evaluating the concept of movement with the technology of digital resources, it contributes to the education of scientifically literate citizens. The educational proposal was conceived as a sequence of knowledge organized with the curricular purpose of teaching, evaluating, and supporting students with the learning of the concept of movement, based on the incorporation of digital resources. Its preparation included five steps: 1) the selection of the main scientific ideas; 2) the representation of the expanded content and the repertoires of professional and pedagogical experience; 3) the selection of historical aspects; 4) the selection and sequencing of activities, and 5) the micro-curricular planning. Practice in the course required: a) project planning, which included theoretical conceptualization, group selection, and proposal preparation; b) the empirical study covered the application and data collection, and c) the evaluation corresponded to the data analysis and the draw of conclusions. The process developed allows us to conclude that, by assuming the curriculum as a research project, the teacher managed to relate teaching, learning, and evaluation of the concept of movement through the conceptual framework of Pedagogical and Technological Content Knowledge.

Keywords: Learning; Representation of Content (CoRe); Teaching; Evaluation; Movement; Professional and Pedagogical Experience Repertoire (PaP-eR); Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK).

Resumo

O objetivo deste artigo é mostrar a integração do ensino, aprendizagem e avaliação do conceito de movimento com a tecnologia digital, em uma proposta educacional no ensino superior. Essa proposta assumiu a integração conceitualmente como uma pesquisa curricular baseada no Conhecimento Pedagógico e Tecnológico de Conteúdo (TPACK) e empiricamente através de um estudo de caso em um curso universitário de física, no qual foi proposta a seguinte hipótese: se na proposta educacional se estabelecem relações entre ensino, aprendizagem e avaliação do conceito de movimento com a tecnologia dos recursos digitais, então se contribui para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados. A proposta educacional foi concebida como uma sequência de conhecimentos organizados com o objetivo

curricular de ensinar, avaliar e apoiar os alunos na aprendizagem do conceito de movimento, a partir da incorporação de recursos digitais. Sua elaboração incluiu cinco etapas: 1) a seleção das principais ideias científicas; 2) representação de conteúdos expandidos e repertórios de experiência profissional e pedagógica; 3) a seleção de aspectos históricos; 4) a seleção e sequenciamento de atividades e; 5) planejamento micro-curricular. O processo de prática no curso exigia: a) planejamento de projetos que incluíssem conceituação teórica, seleção de grupos e preparação de propostas; b) o estudo empírico abrangeu a aplicação e a coleta de dados e; c) a avaliação correspondeu à análise dos dados e às conclusões. Conclui-se que, assumindo o currículo como um projeto de pesquisa, o professor conseguiu relacionar ensino, aprendizagem e avaliação do conceito de movimento através da estrutura conceitual do Conhecimento Pedagógico e Tecnológico de Conteúdo.

Palavras chave: Aprendizagem; Representação de Conteúdo (CoRe); Ensino; Avaliação; Movimento; Repertório de Experiências Pedagógicas e Profissionais (PaP-eR); Conhecimento Pedagógico e Tecnológico de Conteúdo (TPACK).

1. Introducción

Este artículo muestra la integración de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación (E-A-Ev) del concepto de movimiento con la tecnología digital en una propuesta educativa en la educación superior, que surgió después de problematizar los elementos que están presente en el desarrollo de las clase de físicas sobre el concepto de movimiento y que se expresaron por medio de cinco premisas epistemológicas: 1) Los textos recogen una propuesta específica de E-A-Ev y el medio para conocerla es establecer su modelo pedagógico. 2) La historia y la epistemología aportan elementos para investigar, enseñar, aprender y evaluar el concepto de movimiento. 3) El profesor construye su propio modelo pedagógico a partir de la interpretación que realiza de él y de cómo concibe la E-A-Ev. 4) Las ideas iniciales de los estudiantes median su E-A-Ev, y 5) la tecnología de los recursos digitales provee nuevos modelos para su E-A-Ev. El análisis reflexivo de estas cinco premisas, reveló aspectos relacionados con su origen histórico, las dificultades de los estudiantes con su aprendizaje, la manera tradicional en que se enseña en las aulas, aunado con la baja incorporación de la tecnologías para la E-A-Ev y la propuesta pedagógica de tres libros de física universitarios, que se recoge en las siguientes afirmaciones: a) la mayoría de las investigaciones se enfocan en la enseñanza-aprendizaje

del concepto (PÉREZ, MIRANDA, GARCÉS, 2015, ROSOLIO et al. 2017; LEMMER, 2018); los recursos digitales se utilizan mayoritariamente en la realización de actividades experimentales (Laboratorios de física) relacionadas con este concepto (MAIDANA, 2016; MARTIN-RAMOS, RAMOS, SILVA, 2017); c) existe la necesidad de incorporar los recursos digitales con una adecuada fundamentación teórica en los procesos de E-A-Ev (ANGELI, VALANIDES, 2005; NIESS, 2005) y d) la inexistencia de un marco conceptual para incorporar la tecnología al Conocimiento Pedagógico del contenido (PCK).

Consecuencia de lo anterior, surgió la pregunta de investigación: ¿Cómo relacionar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento integrando la tecnología digital, en la educación superior? La pregunta se analizó conceptualmente según el marco teórico del Conocimiento Tecnológico y Pedagógico del Contenido (TPACK) desarrollado a través de una propuesta curricular como proyecto de investigación y prácticamente por medio de la preparación, estudio y evaluación de un curso de física.

2. Marco teórico

El siglo XXI plantea nuevos retos para la educación y requiere de un profesor que desarrolle diferentes conocimientos para contribuir con la comprensión

de sus estudiantes: conocimiento del contenido, de la pedagogía, del currículo, de los estudiantes, de los contextos educativos, de los propósitos educativos, y el PCK, que es el conocimiento que permite al profesor pasar de comprender el conocimiento (la materia a enseñar) a convertirse en un sujeto capaz de entender y de transformarlo para ser enseñando, con el fin de que el estudiante aprenda (SHULMAN, 1987).

Si al PCK se le incorpora la tecnología, como lo propusieron MISHRA, KOEHLER (2006), los retos educativos son aún mayores; los autores argumentan a favor de que los usos pedagógicos reflexivos de la tecnología requieren el desarrollo de una forma de conocimiento compleja y situada llamada TPACK, esta propuesta incorpora los diferentes tipos de tecnología en el aula: la tecnología blanda y las tecnologías de la información y comunicación. El TPACK es un nuevo marco de conocimientos del profesor, y al explicitarlo y potenciarlo relaciona los conocimientos del contenido, los pedagógicos y los tecnológicos; además permite articular la historia y epistemología del concepto de movimiento, la tecnología de los recursos digitales y cuestionar

las ideas previas de los estudiantes contribuyendo con la E-A-Ev de este concepto. La Figura 1 es la representación del marco TPACK, los diagramas de Veen permiten una integración entre el contenido (lo que se enseña y lo que se debe aprender), la pedagogía (los métodos de enseñanza y aprendizaje) y la tecnología de los recursos digitales, en donde los límites de integración son flexibles y las fronteras de interacción cambian dependiendo de la experticia del profesor, las particularidades de los estudiantes, el contexto educativo, las tecnologías disponibles y el contenido a enseñar.

Para concretar la integración de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento con la tecnología digital, se asumió el currículo como una propuesta de investigación, en una propuesta educativa curricular que requirió: planificación del proyecto, estudio empírico y evaluación (STENHOUSE, 1984).

La *planificación* del proyecto requirió la toma de decisiones para la secuencia, identificar las ideas previas de los estudiantes, definir que el concepto a enseñar. En este caso, el movimiento, eje central del desarrollo de la Física Newtoniana, y que se define como el cambio continuo en la posición de un objeto respecto al tiempo, medido por un observador en un sistema de referencia.

El *estudio empírico* implicó llevar dicha propuesta a los estudiantes del curso de física newtoniana; requirió establecer principios para estudiar y evaluar el progreso de los estudiantes, orientación en cuanto a la posibilidad de llevar a cabo el currículo en diferentes situaciones escolares y revisión de los contextos de los estudiantes.

La *evaluación* que considera los motivos de su justificación, es decir, la evaluación está relacionada con la finalidad de la propuesta educativa y para esta propuesta educativa fue la verificación de la hipótesis de investigación.

3. Metodología de investigación

La parte práctica se aborda a través de la hipótesis: si en la propuesta educativa se establecen relaciones

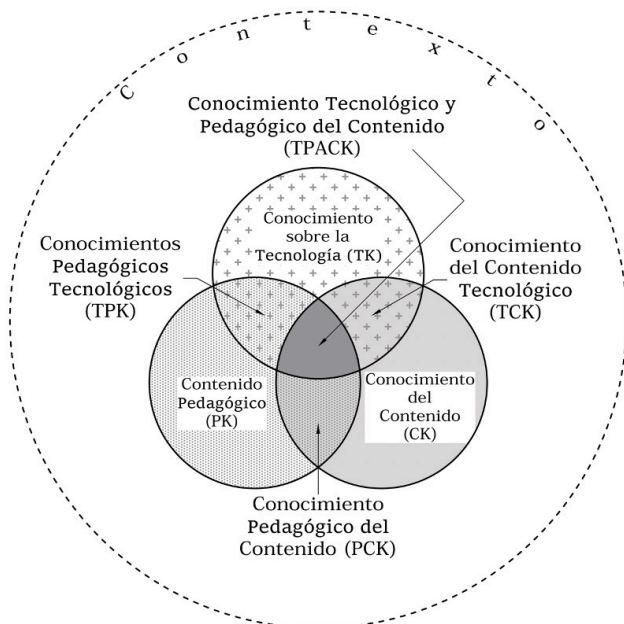


Figura 1. Propuesta del marco conceptual TPACK y los saberes que lo componen. Fuente: Adaptación de MISHRA, KOEHLER (2006).

entre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento con la tecnología de los recursos digitales, se contribuye a la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente. Su comprobación se siguió los tres pasos propuestos por STENHOUSE (1984): a) la planificación del proyecto para concretar la propuesta educativa, comprendió la conceptualización teórica, la selección del grupo y la elaboración de la propuesta; b) el estudio empírico abarcó la aplicación y recolección de datos, y c) la evaluación correspondió al análisis de datos y las conclusiones.

3.1 La planificación del proyecto

La planificación del proyecto buscó responder a la pregunta de investigación: ¿Cómo relacionar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento integrando la tecnología digital, en la educación superior? A continuación, se describen los pasos que permitieron desarrollar el proyecto.

Conceptualización teórica

Permite integrar la E-A-Ev, la intersección de estos tres elementos la constituye el TPACK, que se desarrolla en un enfoque basado en que los profesores seleccionen y secuencien actividades de aprendizajes específicas que incorporan la tecnología digital (combinación de tipos de actividades), después de realizar un proceso previo de selección un concepto científico, en este caso el de movimiento (Figura 2). Esta conceptualización asumió el currículo como proyecto de investigación y los ocho principios orientadores que son consecuencias de las premisas epistemológicas, y una manifestación de cómo el profesor-investigador concibió la E-A-Ev del concepto de movimiento. Estos son: a) integre los conocimientos pedagógicos, tecnológicos y del contenido del profesor, b) desarrolle los aspectos cinemáticos y dinámicos del movimiento simultáneamente, c) contribuya a cuestionar las ideas previas de los estudiantes, d) genere actividades de aprendizaje para los estudiantes, e) incorpore diferentes herramientas tecnológicas por parte del profesor y los estudiantes para la E-A-Ev, f) fomente la participación de

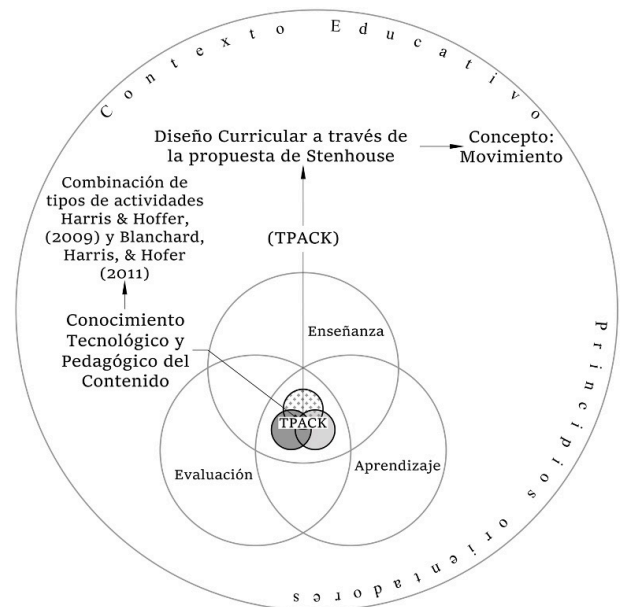


Figura 2. Propuesta educativa integradora para la E-A-Ev del concepto de movimiento. Fuente: autor.

los estudiantes en su proceso de formación y en la interacción en clase, e g) incorpore la historia y epistemología del concepto de movimiento.

Selección del grupo

En esta investigación, el caso es holístico porque todo el caso es tomado como una unidad de análisis (Hernández-Sampieri; Fernández; Baptista; 2014), y se refiere a un curso de Física Newtoniana, asignatura de tres créditos académicos con una intensidad semanal de 4 horas de trabajo directo, 2 horas de trabajo colaborativo y 3 horas de trabajo autónomo, con un código único (código 3), lo que implica que el contenido programático, la intensidad horaria y el número de créditos es el mismo en toda la universidad. Fue ofertado por el programa de Tecnología en Levantamientos Topográficos. La asignatura está en el segundo semestre del plan de estudios, es del área básica, obligatoria y es teórico-práctica. En el semestre de la aplicación de la propuesta educativa (I-2019) se inscribieron 31 estudiantes, que pertenecían en su mayoría a programas académicos de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El profesor-investigador es físico de formación, con

Maestría en Educación y tiene 18 años de experiencia en la enseñanza de la física en universidades de carácter público y privado. Fue quien asumió los roles de investigador, diseñador curricular e implementador de la propuesta educativa.

Elaboración de la propuesta educativa

La propuesta educativa es una secuencia de conocimientos con el propósito curricular de enseñar, evaluar y apoyar a los estudiantes con el aprendizaje del concepto de movimiento basada en la incorporación de los recursos digitales.

La elaboración de la propuesta educativa fue un proceso que requirió de cinco pasos relacionados, y a veces solapados entre sí: la selección de las principales ideas científicas, la realización de la representación del contenido ampliado y los repertorios de experiencia profesional y pedagógicos, la selección de aspectos históricos, la selección y secuenciación de las actividades y la planificación micro-curricular.

Primero, la selección de las principales ideas científicas. Acorde con la propuesta de LOUGHRAN, MULHALL, BERRY (2004), el profesor-investigador seleccionó las ideas principales, que consideró valiosas para la E-A-Ev del concepto de movimiento, que emergieron de la revisión del contenido programático de física newtoniana, de su experiencia pedagógica y están relacionadas con la forma en que el profesor-investigador concibe el movimiento, lo relaciona con las leyes de Newton y lo organiza para enseñarlo. Estas fueron: I) El papel de la ciencia y de la física, ¿qué es la física?, ¿qué es la mecánica clásica y qué estudia?, ¿quiénes han contribuido a su desarrollo? II) El movimiento de un cuerpo masivo requiere de tres elementos para su descripción: un observador, un marco de referencia y un cuerpo. III) Diferenciación de conceptos de velocidad media, rapidez media, distancia, desplazamiento, velocidad instantánea, rapidez instantánea, aceleración media y aceleración instantánea, cuya diferencia está relacionada con las cantidades escalares y vectoriales. IV) Las gráficas como representación del comportamiento de las variables de movimiento de un cuerpo,

por ejemplo: desplazamiento en función del tiempo, velocidad en función del tiempo, aceleración en función del tiempo. V) Relación entre los diferentes tipos de movimiento y las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. VI) Discutir las tres leyes de movimiento, las cuales se relacionan con fuerzas, masas y cambios en el estado de reposo y movimiento de los cuerpos. VII) Importancia de la matemática como complemento para un adecuado análisis físico de situaciones que implican movimiento.

Para el desarrollo de este artículo se reporta la manera como se elaboró la propuesta educativa y su desarrollo, a través de la idea científica número cuatro.

Segundo, la realización de la representación del contenido ampliado y los repertorios de experiencia profesional y pedagógicos. Para ayudar a los profesores de ciencias a documentar y desarrollar su TPACK, se tomaron las herramientas propuestas por LOUGHRAN, MULHALL, BERRY (2004). Estas son la representación de contenido (CoRe) y los repertorios de experiencia profesional y pedagógica (PaP-eRs). El CoRe contiene la comprensión de los profesores de ciencias sobre aspectos particulares del PCK; es dinámico y constituye una alternativa de conceptualizar el contenido de la materia a enseñar, permite que los profesores piensen, y exterioricen su conocimiento sobre cómo enseñar un contenido científico específico a través de ocho preguntas (ocho filas) relacionadas con las ideas previas de los estudiantes, sus puntos de confusión y la importancia del contenido a enseñar, entre otros aspectos. Es tanto una herramienta de investigación para acceder a la comprensión del contenido por parte de los profesores de ciencias como una forma de representar este conocimiento. El PaP-eR vinculado a la práctica docente ayuda a ilustrar algunos aspectos del PCK del profesor para un contenido particular y están vinculados al CoRe para ayudar a relacionar la experiencia del profesor con su comprensión del contenido a enseñar. Por lo cual, para documentar y desarrollar el TPACK del profesor, se amplió el CoRe (Core-A), incluyendo dos nuevas filas que permitieron al profesor-investigador seleccionar las

Tabla 1. CoRe-A para la enseñanza del concepto de movimiento.

	Gran idea 4
1. ¿Qué pretendes que los alumnos aprendan sobre esta idea?	A representar el movimiento de un cuerpo en una dimensión a través de las gráficas de: D vs t , V vs t y a vs t . Dedución de las gráficas D vs t , V vs t y a vs t a partir de las otras dos. <u>Describir el movimiento de un cuerpo a partir de las D vs t, V vs t y a vs t.</u>
2. ¿Por qué es importante para los estudiantes conocer estas ideas?	Porque proporciona información suficiente para facilitar el análisis del movimiento de un cuerpo.
3. ¿Qué más sabe sobre esta idea (que aún no pretende que los estudiantes sepan)?	
4. Dificultades /limitaciones conexas con la enseñanza de esta idea.	La asociación de la velocidad instantánea como la recta tangente a la curva D vs t en un punto. La asociación de la aceleración instantánea como la recta tangente a la curva V vs t en un punto. La construcción de gráficas implica procesos implícitos de integración o derivación.
5. Conocimiento sobre el pensamiento de los estudiantes que influye en su enseñanza de esta idea.	La asociación entre lo que aprenden en cálculo diferencial o álgebra lineal y su relación con los conceptos físicos.
6. Otros factores que influyen en tu enseñanza de esta idea.	La deficiencia en la utilización de álgebra elemental para resolver problemas físicos.
7. Procedimientos de enseñanza (y razones particulares para usarlos para involucrarse con esta idea).	
8. Formas específicas de mantener el entendimiento o la confusión de los estudiantes en torno a esta idea (incluir un rango probable de respuestas).	Solicitar que conformen equipos de trabajo y al azar hagan una descripción del movimiento y el otro equipo establece los aciertos y los puntos a mejorar en la descripción del movimiento. ¿Cómo describes el movimiento de un cuerpo en términos de su posición, velocidad y aceleración? ¿Cuál es la utilidad de estos nuevos aprendizajes? ¿En qué situaciones de la vida cotidiana puedo aplicar estos nuevos aprendizajes?
9. ¿Qué taxonomía de actividad puede contribuir con la enseñanza y el aprendizaje? / ¿a través de qué tipo de actividad de aprendizaje? / ¿cuál recurso tecnológico puede utilizar?	De construcción de conocimiento conceptual, uso de simulaciones de https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics/motion para la enseñanza, el aprendizaje del movimiento uniforme y movimiento uniformemente acelerado.
10. ¿Cómo realizar el seguimiento de los aprendizajes de los estudiantes?	De expresión de conocimiento: presentar una prueba que incluya el uso de los simuladores.

Fuente: autor.

Tabla 2. PaP-eR sobre la representación gráfica del MUR y el MUA.**Repertorios de experiencia profesional y pedagógica para el análisis gráfico**

El profesor-investigador sabe que algunas de las ideas previas de los estudiantes son ideas del sentido común, que no obedecen a la lógica científica y que es necesario abordarlas y cuestionarlas para disminuir su interferencia en el aprendizaje de conceptos relacionados con el movimiento. Cuando el profesor-investigador enseña MUR y MUA en una dirección introduce el análisis gráfico debido a que es una forma de presentar las características de estos movimientos por medio de las gráficas de posición, velocidad, aceleración y fuerza en función del tiempo. Sin embargo, para los estudiantes relacionar las fuerzas presentes o ausencia de ellas con estos movimientos es difícil, para un MUR no hay fuerza neta o la suma de estas fuerzas es cero y para el MUA hay una fuerza neta constante. El profesor-investigador al reconocer esta dificultad de aprendizaje de los estudiantes puede crear otras situaciones análogas para comprender la relación entre fuerza y cambios en el movimiento. El profesor puede utilizar otros ejemplos como un objeto en caída libre que representa un MUA y un objeto que viaja en el espacio para conceptualizar el MUR, con ellos puede analizar las fuerzas que actúan en cada caso.

Fuente: Autor

actividades de aprendizajes específicas propuesta por HARRIS, HOFER (2009) y BLANCHARD, HARRIS, HOFER (2011), para la E-A-Ev del concepto de movimiento e incorporar la evaluación formativa. Las nuevas filas (F) tienen las siguientes preguntas: F.9 ¿Qué taxonomía de actividad puede contribuir con la enseñanza y el aprendizaje? / ¿a través de qué tipo de actividad de aprendizaje? / ¿cuál recurso tecnológico puede utilizar?

F.10 ¿Cómo realizar el seguimiento de los aprendizajes de los estudiantes?

El CoRe-A para la gran idea cuatro se encuentre en la Tabla 1. Su elaboración implicó por parte del profesor no solo un proceso metacognitivo para promover la integración entre la E-A-Ev del concepto de movimiento en el proceso de la elaboración del CoRe-A. El PaP-eR para el análisis gráfico se encuentra en la Tabla 2 y muestra la riqueza de la comprensión del profesor sobre las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, relacionadas con el análisis gráfico del MUR y MUA.

Tercero, la selección de los aspectos históricos. La historia y epistemología del movimiento aportan elementos para investigar; analizar; reflexionar; organizar; secuenciar y renovar la enseñanza, el aprendizaje y evaluación de las ciencias; así como en la formación científica de los docentes y de los estudiantes (GARCÍA-MARTINEZ; IZQUIERDO 2014; ZAMBRANO, 2007; MATTHEWS, 1994) por lo que

el profesor-investigador seleccionó algunos aspectos históricos pertinentes para el proceso de E-A-Ev del concepto de movimiento: a) Galileo Galilei y la descripción del MUR y MUA, b) Galileo Galilei como precursor de la idea de la inercia y su posterior relación con la primera ley de Newton, c) aportes de Isaac Newton al estudio de los cambios en el movimiento de un cuerpo, d) Aristóteles, Galileo, Newton y Einstein cuatro de los principales exponentes de los modelos sobre movimiento, y que se introdujeron posteriormente en algunas de las actividades por medio de réplicas de experimentos históricos, réplicas de instrumentos, consulta de fuentes secundarias para estudiar los MUR y MUA, también se sensibilizó a los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia a través de conocimiento de la biografía de físicos y su contexto histórico.

Cuarto, la selección y secuenciación de las actividades. El desarrollo del CoRe-A facilitó al profesor-investigador seleccionar las actividades de aprendizaje específicas para la enseñanza de las siete ideas científicas, estas son coherentes con los principios orientadores, las tecnologías disponibles en la institución, el espacio físico y el contexto socioeconómico de los estudiantes.

La secuenciación permitió al profesor-investigador decidir, si la actividad era de construcción de conocimientos conceptuales o procedimentales o de expresión de conocimientos; distinguir si la

actividad se realizaba en clase, en casa, de carácter experimental o de evaluación de los conocimientos. Si era una actividad en casa, implicaba, además, decidir si los estudiantes debían realizarla antes de la enseñanza de la idea científica como insumo para la realización de la clase o como actividad de refuerzo después de la enseñanza de esa idea, si iba a realizarla de manera individual o por equipos de estudiantes y de ser así, cuál era el número de estudiantes apropiados, y si era una actividad de construcción de conocimientos conceptuales o procedimentales o de expresión de conocimientos. Quinto, la planificación de la propuesta educativa. La planificación de la propuesta fue la materialización de la conceptualización teórica (Figura 2) en la secuenciación del conocimiento para la E-A-Ev del concepto de movimiento incorporando la tecnología digital. Durante el proceso se realizaron elaboraciones previas que se fueron ajustando por el proceso de revisión interna, por los aportes y sugerencias realizados por tres profesores del área; la primera es licenciada en física y se desempeña como profesora de secundaria, tiene 15 años de experiencia en enseñanza de la física en colegios privados; el segundo, es físico de formación, con especialización en enseñanza de las ciencias y maestría en física, se desempeña como profesor universitario; y la tercera es física de formación con maestría y doctorado en física y se desempeña como profesora de futuros profesores de física. A los profesores se les contextualizó sobre el trabajo de investigación, se les presentaron la lista de las ideas científicas, los principios orientadores, el CoRe-A, el proceso implicó reuniones individuales con cada uno. Un ejemplo particular para la E-A-Ev de la idea científica cuatro, se muestra en una tabla de seis columnas (Tabla 3): la primera, incluye la idea científica que se desarrolla y los tiempos para su enseñanza; la segunda, expresa la intencionalidad del profesor con sus estudiantes; la tercera, el enunciado de la actividad; la cuarta, unas pautas de lo que hace el profesor en clase: motivar, preguntar, orientar, proponer actividades para fomentar procesos de discusión entre los estudiantes abordando

el concepto de estudio; la quinta hace referencia al tipo de taxonomía de las actividades de aprendizaje y el recurso tecnológico a emplear en el aula; y la última, relacionada con la evaluación del progreso de los estudiantes, acorde a la evaluación formativa en la que se fomentó la cooperación y colaboración de los estudiantes.

Como último paso de la elaboración de la propuesta educativa, se procedió a elaborar las diferentes actividades; para la E-A-Ev de la idea cuatro se utilizaron la actividad en clase n.º 4 y posteriormente la actividad de evaluación de los aprendizajes n.º 2.

3.2 Estudio empírico

Aplicación de la propuesta

La propuesta educativa se aplicó con los estudiantes del curso de mecánica newtoniana durante el primer semestre de 2019. Inicialmente se planeó para siete semanas (42 horas), por lo que el profesor-investigador organizó el aula virtual semana por semana, para que todas las actividades estuvieran disponibles antes de iniciar el curso y creó los recursos o tareas con las fechas apropiadas, a fin de que los estudiantes una vez realizaran las actividades en clase, en casa, experimentales las subieran al aula de manera individual o por equipos de trabajo. Sin embargo, debido a la necesidad de realizar ajustes, se introdujeron seis horas adicionales. La enseñanza de la idea científica cuatro, requirió de cuatro horas. La pregunta que orientó la planificación de esta idea científica fue: ¿Por qué es importante estudiar el movimiento de un cuerpo en forma gráfica? y su respuesta se manifestó en la intencionalidad del profesor con sus estudiantes: Caracterizar el MUR el MUA de un cuerpo por medio de las gráficas de: desplazamiento, velocidad, aceleración y fuerza en función del tiempo.

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo el profesor-investigador (que en este caso la llamaremos Lucía) realizó una clase para la enseñanza de la idea científica cuatro, aplicando la propuesta después de planificarla según lo establecido en la Tabla 3.

Tabla 3. Planificación curricular para la E-A-Ev de la idea científica N° 4.

Idea Tiempo Clase	Intencionalidad del profesor con sus estudiantes	Enunciado de la actividad	Que hace el profesor	Taxonomía de las actividades de aprendizaje/ recurso tecnológico	Forma de evaluación del aprendizaje
<p>Idea 4: Las gráficas como representación del comportamiento de las variables de movimiento de un cuerpo, por ejemplo: desplazamiento, velocidad e aceleración y fuerza en función del tiempo</p> <p>4 horas</p> <p>Clases 6 y 7</p>	<p>Conocer las ideas previas de los estudiantes sobre los MUR y MUA.</p> <p>Caracterizar el MUR el MUA por medio de las gráficas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Desplazamiento en función del tiempo. Velocidad en función del tiempo. Aceleración en función del tiempo. Fuerza en función del tiempo. 	<p>Las gráficas permiten establecer características de los tipos de movimientos para explicarlos y predecirlos.</p> <p>La intención es conocer las gráficas más usadas para describir el movimiento de los cuerpos cuando realizan MUR o MUA. Estas gráficas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> Desplazamiento en función del tiempo. Velocidad en función del tiempo. Aceleración en función del tiempo. Fuerza en función del tiempo. <p>Se utiliza el simulador de la Universidad de Colorado y se solicita a los estudiantes que predigan del comportamiento de las variables desplazamiento (d), velocidad (V), aceleración (a) en función del tiempo para las dos situaciones en la que el hombre está caminando, las predicciones se realizarán en la actividad en clase n° 4.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El profesor presenta las situaciones y solicita la predicción del comportamiento de las variables desplazamiento (d), velocidad (V), aceleración (a) en función del tiempo para las dos situaciones en la que el hombre está caminando, las predicciones de deben registrar en la actividad en clase n° 4 de orientación en clase. - El profesor con ayuda de una presentación en PowerPoint explica las características del MUR y MUA. - Luego el profesor les muestra la solución que arroja las simulaciones y solicita que comparen las gráficas hechas por ellos en la etapa de predicción con las que arroja la simulación y establezca qué diferencias encuentran. 	<p>Actividad de construcción de conocimiento conceptual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de simulaciones de https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics/motion 	<p>Aplicación de la actividad de evaluación de los aprendizajes n° 2.</p>

Fuente: Autor

Lucía les presentó a los estudiantes la actividad en clase n.º 4 (Ac. Cl. 4) e informó que no generaba nota, que el propósito era que expresaran sus ideas sobre el movimiento, sin importar si estaban bien o mal, para esto observaron dos simulaciones de la Universidad de Colorado (PhET) de un hombre que camina con velocidad constante y un hombre que camina con aceleración constante. Lucía recordó a los estudiantes que una gráfica es una representación

que permite visualizar el comportamiento de dos variables físicas, en este caso del desplazamiento en función del tiempo, la velocidad en función del tiempo, la aceleración en función del tiempo y la fuerza neta en función del tiempo. Lucía presentó dos veces cada simulación a la clase. La Figura 3 muestra la imagen de la simulación PhET de un hombre caminando con velocidad constante de

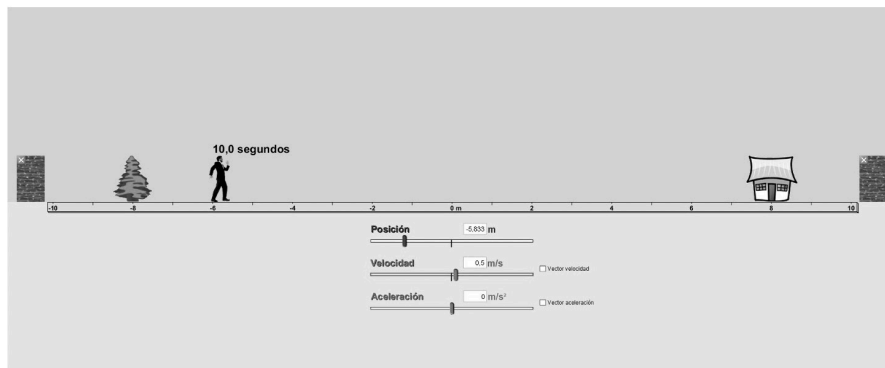


Figura 3. Simulación de un hombre caminando con V=cte. Fuente: Simulación PhET.

$V=0,5m/s$ partiendo de la posición $X_i=-10m$ y con una aceleración de $a=0m/s^2$ y la Figura 4 muestra la imagen de la simulación PhET de un hombre caminando con aceleración constante de $a=0,5m/s^2$, velocidad inicial de $V=0m/s$ partiendo de la posición $X_i=-10m$ y Lucía dijo que posteriormente verían las respuestas del simulador.

Luego solicitó a los estudiantes que realizaran las predicciones de forma individual y permitió que trabajaran en parejas para que entre ellos se escucharan y expresaran sus ideas, comentó que no necesariamente debían tener las mismas respuestas¹. Posteriormente, Lucía realizó preguntas a diferentes estudiantes: ¿qué es el desplazamiento?, ¿qué es la velocidad media?, ¿qué implica que un cuerpo tenga una velocidad constante?, ¿qué es la aceleración media?, y con base a las respuestas explicó nuevamente los conceptos: el desplazamiento es una cantidad vectorial que cuantifica el cambio de posición del hombre respecto a un sistema de referencia. La velocidad media es una cantidad vectorial y se define como el cociente entre el desplazamiento de un cuerpo y el tiempo empleado para realizar dicho desplazamiento. La aceleración es una cantidad vectorial, que es el cociente entre el cambio de la velocidad media de un cuerpo y el tiempo empleado para realizar dicho cambio. Además, Lucía contextualizó estos conceptos al

caso del hombre caminando con velocidad constante, fijó un punto de referencia en el salón de clase y se movió con velocidad constante, esto fue un recurso para explicar lo que significa que un cuerpo se mueva con esta velocidad y cómo se puede graficar desplazamiento en función del tiempo, concluyendo que la gráfica de la aceleración en función del tiempo es una línea recta con pendiente cero y para la velocidad en función del tiempo la pendiente también es cero, pero con un valor positivo o negativo para un movimiento uniformemente rectilíneo². Lucía propuso escuchar algunas de las respuestas de los estudiantes para poder realizar la gráfica de fuerza en función del tiempo, permitió que los estudiantes expresaran sus ideas y no los corrigió, surgieron varias respuestas. Lucía preguntó a la clase, ¿cuántos estudiantes identificaron alguna fuerza para este movimiento? Catorce estudiantes levantaron la mano. Luego preguntó: ¿quiénes no identificaron fuerzas? Once estudiantes levantaron la mano. Finalmente, ¿quiénes no contestaron la pregunta? En este caso, seis. Lucía comentó que el incluir fuerzas en ese movimiento (velocidad constante) es una visión aristotélica porque implica que para que un cuerpo se mueva siempre se requiere de una fuerza. Finalmente, dedujo la ecuación para el movimiento uniforme rectilíneo a partir de la gráfica de desplazamiento en función del tiempo³.

1 Cuando Lucía realizaba sus explicaciones manejaba tres niveles de enseñanza. En este caso se observa el primero, cuando ella les da la oportunidad a los estudiantes que realicen un aprendizaje autónomo donde se pueden equivocar sin que tenga implicaciones en su nota cuantitativa y que sus ideas no correspondan necesariamente a los principios científicos

2 En este caso se observa el segundo nivel de enseñanza manejado por Lucía, cuando ella por medio de una explicación desarrolla los conceptos físicos y principios científicos que están detrás ellos, con base a las respuestas dadas por los estudiantes en el primer nivel.

3 En este caso se observa el último nivel de enseñanza

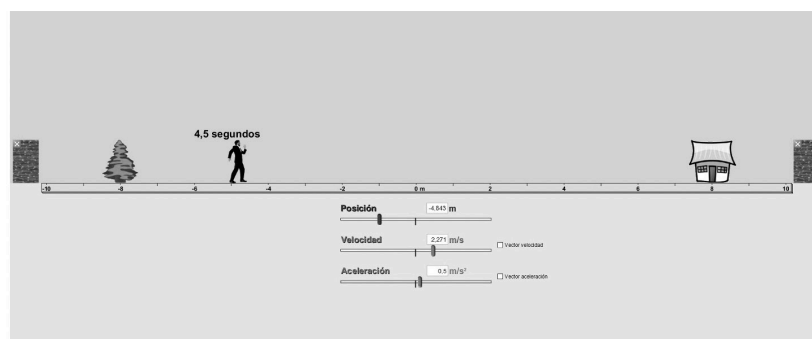


Figura 4. Simulación de un hombre caminando con $a=cte$. Fuente: Simulación PhET.

Lucía continuó con la descripción del movimiento uniforme rectilíneo y por medio de una presentación en PowerPoint (Figura 5) solicitó a un estudiante que describiera la imagen en el caso I, para apoyar la descripción preguntó al estudiante, ¿de qué tamaño son los vectores velocidad?, ¿qué tan espaciados están los automóviles?

Con base en las respuestas de la clase, pudo concluir que para el caso I, los vectores velocidad eran del mismo tamaño, que los automóviles están igualmente espaciados y que esa diapositiva era una representación pictórica del MUR.

Para explicar las características del movimiento uniformemente acelerado, Lucía se apoyó en el caso II, enfatizando que hay dos vectores en la diapositiva, el vector velocidad y aceleración. Nuevamente recurrió a formular preguntas a sus estudiantes, para contribuir a que ellos describieran la imagen de la diapositiva: ¿qué ocurre con los tamaños del vector velocidad?, ¿con el tamaño del vector aceleración? y ¿en qué dirección están los vectores?

Lucía concluyó con la participación de la clase, que la aceleración es constante, los vectores velocidad y aceleración están en la misma dirección y los tamaños de los vectores velocidad aumentan, afirmó que éstas son características de un MUA en una dirección.

Para el caso III utilizó la misma estrategia y solicitó a dos estudiantes que interpretaran la diapositiva,

para deducir, a partir de sus respuestas, que el caso III representa un movimiento uniformemente desacelerado (o MUA) debido a que los vectores velocidad y aceleración son antiparalelos y el tamaño del vector velocidad está disminuyendo.

Lucía hizo énfasis que el caso II y caso III mostrados en la diapositiva son ejemplos del MUA, en el caso II la magnitud de la velocidad aumenta y en el caso III disminuye. Luego, solicitó a un estudiante que representara gráficamente la aceleración en función del tiempo para este movimiento y que además correspondía con la representación de la segunda simulación del hombre moviéndose con aceleración constante (la magnitud y dirección de ese vector no cambia).

Lucía presentó nuevamente la simulación del hombre caminando con aceleración constante para que la clase observara las gráficas generadas por la simulación, y analizó las características de estas gráficas. La aceleración en función del tiempo es una línea recta sin pendiente, pero con un valor diferente de cero, la velocidad y el tiempo son directamente proporcionales, el desplazamiento en función del tiempo es una curva (parábola). Lucía enfatizó que hay diferencia entre las posiciones de los automóviles en las tres diapositivas; incluyó además aspectos históricos en la caracterización del MUA preguntando al estudiante que hizo la exposición de la biografía sobre Galileo Galilei, ¿cuáles fueron los aportes de Galileo a este movimiento? El estudiante hizo referencia a que Galileo dejó caer dos objetos de diferente peso desde una misma altura para mostrar que caían al suelo al mismo tiempo.

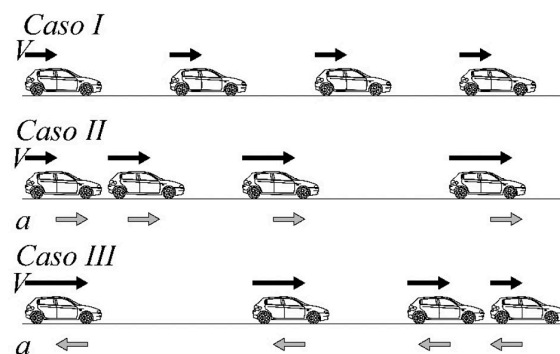


Figura 5. Diapositiva casos de MUR y MUA. Fuente: autor.

Lucía explicó que esos movimientos eran conocidos como caída libre y preguntó a la clase: ¿qué tipo de movimiento es la caída libre? Un estudiante respondió que es un MUA. Lucía comentó que Galileo estaba interesado en estudiar la caída libre. Ella dejó caer un marcador para que realizara este movimiento con el objetivo que los estudiantes lo visualizaran y les comentó que el tiempo en caer era muy pequeño, por lo tanto, su medición era difícil y por ello Galileo utilizó un plano inclinado que tenía baja pendiente y gran longitud para disminuir la aceleración. Comenta que una copia de este instrumento se encuentra en el museo de Galileo en la ciudad de Florencia (Italia), y que, por medio de diferentes experimentos, él encontró que partiendo del reposo el desplazamiento de una esfera era proporcional al tiempo al cuadrado. Siguió comentando que Galileo fue el primer científico en caracterizar los movimientos uniforme y uniformemente acelerado y que lo hizo por medio de proporciones geométricas usando el plano inclinado. También indicó que actualmente aprendemos las interpretaciones modernas de lo que dijo Galileo usando cálculo diferencial e integral.

Lucía retomó las respuestas de actividades anteriores que trataban la relación entre la fuerza y el cambio en el movimiento, afirmando que, si un cuerpo está acelerado debe existir una fuerza. Solicitó a un estudiante que realizara en el tablero su gráfica de

fuerza en función del tiempo y explicara su razonamiento. El estudiante graficó una línea recta con pendiente diferente de cero y argumentó que si hay aceleración el cuerpo va a requerir más fuerza para que haya más aceleración, Lucía preguntó: ¿cuál es la característica del MUA?, él contestó que la aceleración es constante, por lo que ella escribió la ecuación $F = ma$ y explicó que si la aceleración es constante implica que F también lo es y, por lo tanto, la gráfica de fuerza en función del tiempo es una línea recta sin pendiente.

Lucía mostró a los estudiantes las gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para un hombre que camina a velocidad constante, como se muestra en la Figura 6, para este movimiento el desplazamiento es directamente proporcional al tiempo y su ecuación es:

$X_f(t) = (-10 + 1,5t)i$ y la pendiente de esta recta es la velocidad. La velocidad es una línea recta con pendiente cero: $V(t) = 1,5i$ y $a(t) = 0i$

En la Figura 7 están las gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para un hombre que camina a aceleración constante. La posición en función del tiempo es una parábola de la forma $X_f(t) = (-10m + 0,25m/s^2 t^2)i$ y la velocidad es directamente proporcional al tiempo y su ecuación es $V(t) = (0,5m/s^2 t)i$ y la aceleración es constante y su función es $a(t) = 0,5m/s^2 i$

A continuación, Lucía solicitó a los estudiantes que

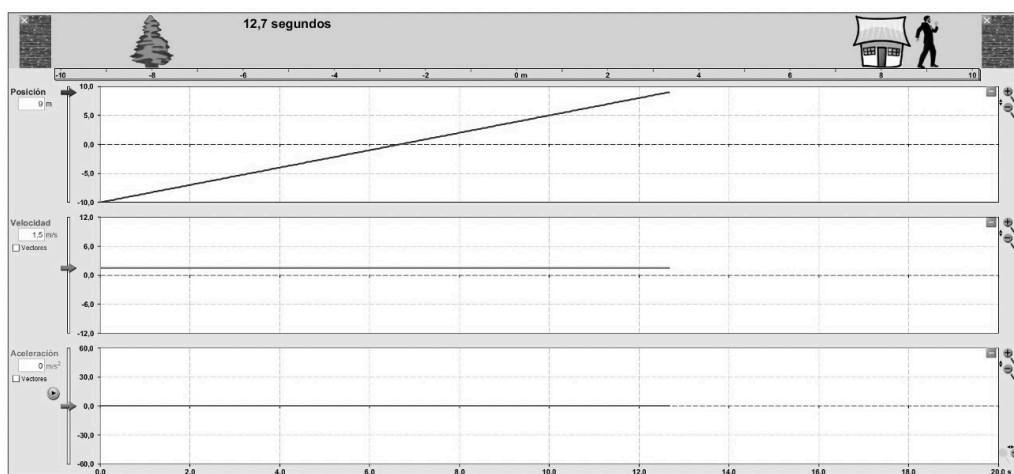


Figura 6. Gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para un hombre que camina con $V = cte$. Fuente: Simulación PhET.

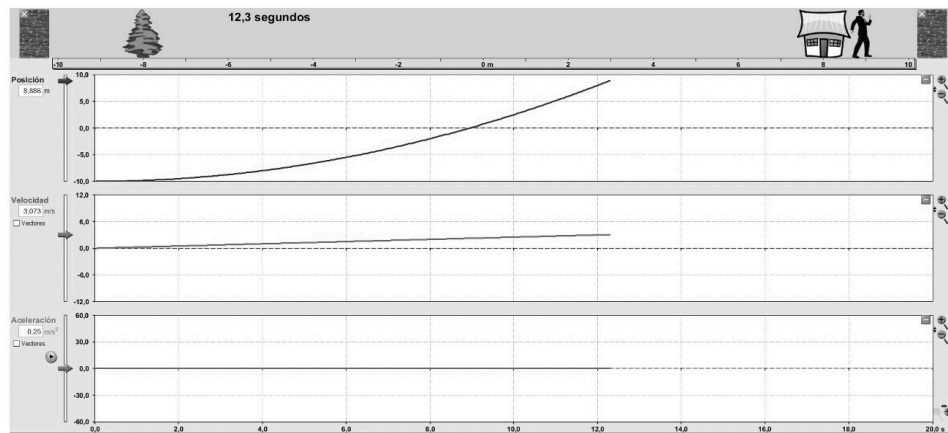


Figura 7. Gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo para un hombre caminando con $a=cte$. Fuente: Simulación PhET.

completaran la tercera parte de la Ac. Cl. 4 y compararan sus resultados con los reportados por la simulación en ambos casos, dibujando las gráficas de fuerza neta en función del tiempo para ambos movimientos en el tablero.

Finalmente, requirió a tres estudiantes que socializaran sus respuestas e informó que debían subir la actividad al aula virtual.

Recolección de datos

Los datos son información sin procesar obtenida de la investigación. En este caso fue la información recolectada durante la aplicación de la propuesta educativa y la constituyeron las respuestas dadas por los estudiantes en las distintas producciones escritas, los videos en los cuales se registraron las exposiciones e intervenciones en clase de los estudiantes y del profesor, el diario de campo. Para recolectar y organizar la información, a cada estudiante se le creó una carpeta con el nombre de cada uno, la lista de clase fue ordenada alfabéticamente por apellido y se le asignó un número desde $n=1$ hasta $n=31$, allí se almacenaron las actividades que se descargaban del aula virtual y con los archivos en Excel se llevaba el control de quienes entregaban.

3.3 Evaluación

Análisis de datos

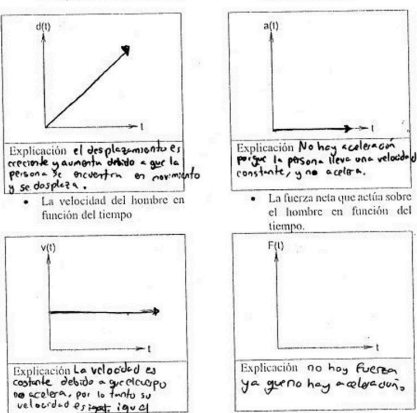
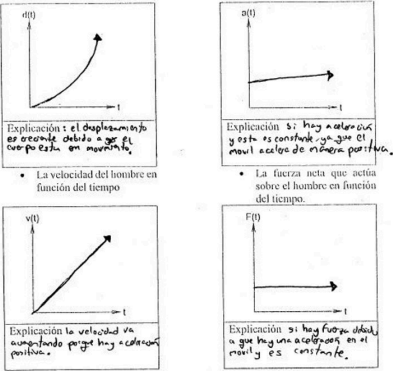
El análisis de los datos que se realizó de manera interpretativa con base en las respuestas de los estudiantes, la propuesta educativa y el análisis de los

aprendizajes de los estudiantes. Aquí se presenta el análisis de la actividad en clase N.º 4, que permitió enseñar la idea científica cuatro, la actividad fue de trabajo individual y constaba de tres partes: dos de predicción y una de reflexión.

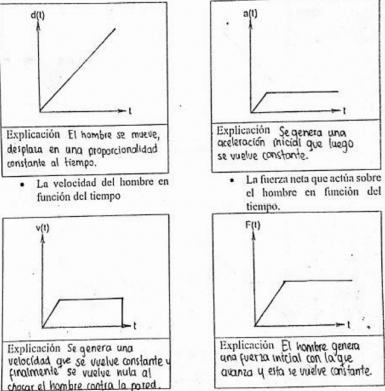
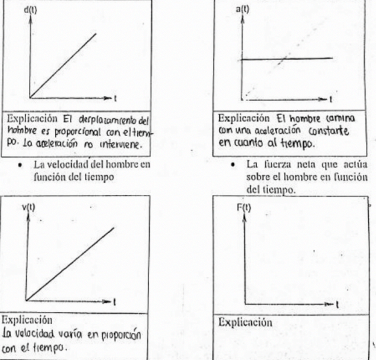
En la Tabla 4 hay dos ejemplos de respuestas de dos estudiantes para esta actividad, la primera fila son respuestas correctas para las ocho gráficas y en la segunda sólo hay dos respuestas correctas para el MUR (desplazamiento en función del tiempo) y MUA (aceleración en función del tiempo). Esta actividad de representación gráfica de los movimientos se realizó después de que en clase el profesor definió los conceptos vectoriales de desplazamiento, velocidad media e instantánea, aceleración media e instantánea. Se solicitó a los estudiantes que realizaran predicciones del comportamiento del desplazamiento, la velocidad, la aceleración y la fuerza neta en función del tiempo. A menos que tuvieran conocimientos previos, no era sencillo graficar una parábola para el caso del MUA en la gráfica de desplazamiento en función del tiempo. En la segunda parte, se solicitó a los estudiantes que realizaran una comparación de las gráficas hechas por ellos y las que arrojaba la simulación, para que identificaran las diferencias.

Las simulaciones de hombre caminando a velocidad constante y a aceleración constante permitieron que la representación gráfica de las variables: desplazamiento, velocidad y aceleración en función del

Tabla 4. Ideas de los estudiantes sobre las gráficas de MUR y MUA.

MUR	MUA
<p>Simulaciones por computador</p> <p>1. Antes de ver la simulación que permite la representación gráfica del movimiento de un hombre que camina con velocidad constante, predice el comportamiento de las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> El desplazamiento del hombre en función del tiempo La aceleración del hombre en función del tiempo La fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo  <p>Explicación: El desplazamiento es creciente y aumenta debido a que la persona se encuentra en movimiento y se desplaza.</p> <p>Explicación: La velocidad es constante debido a que el tiempo no acelera, por lo tanto su velocidad es igual.</p> <p>Explicación: No hay aceleración porque la persona lleva una velocidad constante y no acelera.</p> <p>Explicación: no hay fuerza neta ya que no hay aceleración.</p>	<p>2. Ahora, para un hombre que camina con aceleración constante, predice el comportamiento de las siguientes variables: el desplazamiento del hombre en función del tiempo, la velocidad del hombre en función del tiempo, la aceleración del hombre en función del tiempo, la fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> El desplazamiento del hombre en función del tiempo La aceleración del hombre en función del tiempo La velocidad del hombre en función del tiempo La fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo  <p>Explicación: el desplazamiento es creciente debido a que el tiempo pasa en movimiento.</p> <p>Explicación: la velocidad va aumentando porque hay aceleración positiva.</p> <p>Explicación: si hay aceleración y esta es constante ya que el movimiento es de misma porficia.</p> <p>Explicación: si hay fuerza neta, ya que hay una aceleración en el movimiento es constante.</p>

En estas gráficas el estudiante realizó una adecuada interpretación sobre el comportamiento de las variables desplazamiento, velocidad, aceleración y fuerza en función del tiempo en el MUR (hombre caminando con velocidad constante) y en el MUA (hombre caminando con velocidad constante y explicó de manera correcta porque graficó de esta manera.

MUR	MUA
<p>Simulaciones por computador</p> <p>1. Antes de ver la simulación que permite la representación gráfica del movimiento de un hombre que camina con velocidad constante, predice el comportamiento de las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> El desplazamiento del hombre en función del tiempo La aceleración del hombre en función del tiempo La fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo  <p>Explicación: El hombre se mueve, desplaza en una proporcionalidad constante al tiempo.</p> <p>Explicación: Se genera una aceleración inicial que luego se vuelve constante.</p> <p>Explicación: La fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo.</p> <p>Explicación: Se genera una velocidad que se vuelve constante y finalmente se vuelve nula al chocar el hombre contra la pared.</p> <p>Explicación: El hombre genera una fuerza inicial con la que avanza y ella se vuelve constante.</p>	<p>2. Ahora, para un hombre que camina con aceleración constante, predice el comportamiento de las siguientes variables: el desplazamiento del hombre en función del tiempo, la velocidad del hombre en función del tiempo, la aceleración del hombre en función del tiempo, la fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> El desplazamiento del hombre en función del tiempo La aceleración del hombre en función del tiempo La velocidad del hombre en función del tiempo La fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo  <p>Explicación: El desplazamiento del hombre es proporcional con el tiempo, lo obtiene por un tiempo.</p> <p>Explicación: El hombre camina con una aceleración constante en cuanto al tiempo.</p> <p>Explicación: La fuerza neta que actúa sobre el hombre en función del tiempo.</p> <p>Explicación: La velocidad varía en proporción con el tiempo.</p>

En este caso el estudiante manifestó dificultades para interpretar el comportamiento de algunas variables físicas. Para el caso del MUR, representó adecuadamente el desplazamiento en función del tiempo. Sin embargo, supuso que existe aceleración y fuerza, las representa de la misma forma gráfica; ideas incorrectas porque para este movimiento no existe ni aceleración ni fuerza neta.

Es interesante la interpretación gráfica que realizó el estudiante de V vs t porque en la vida real se requiere de un pequeño tiempo para cambiar de velocidad cero a velocidad constante y asume que el hombre al chocar con la pared cambia de velocidad constante a cero instantáneamente.

Para el MUA el estudiante graficó correctamente la aceleración y la velocidad en función del tiempo (la asumió directamente proporcional al tiempo). Incorrectamente representó que el desplazamiento era directamente proporcional al tiempo, para este caso partiendo del reposo $X_f = \frac{1}{2}at^2$, no interpretó la gráfica de F en función del tiempo.

Fuente: Autor

Tabla 5. Respuestas de los estudiantes actividad en clase n.º 4.

Actividad clase n.º 4

3. Comparando las gráficas hechas por ti y las que arrojaron en la simulación ¿Qué diferencias encuentras?

Las diferencias que encuentro son que en el m.r.u no hay aceleración con respecto al tiempo, mientras que m.u.a es constante. También que en m.r.u. la fuerza neta sobre el cuerpo no existe y en m.u.a si hay, en m.r.u. la velocidad es constante mientras que en m.u.a la velocidad aumenta con el paso del tiempo.

El estudiante reconoció que el MUR no requiere de una fuerza y en el MUA hay una fuerza, es importante que sea una fuerza constante, el estudiante reconoce que la velocidad aumenta con el tiempo para un MUA, es necesario precisar que es directamente proporcional al tiempo.

3. Comparando las gráficas hechas por ti y las que arrojaron en la simulación ¿Qué diferencias encuentras?

encuentro diferencia respecto con la fuerza, ya que en el primer ejemplo la velocidad es constante por lo tanto no hay fuerza y aceleración.

El estudiante reconoció que en el MUR no hay fuerza neta, esto contribuye a cuestionar la idea aristotélica del estudiante de que siempre debe existir una fuerza para que haya movimiento.

3. Comparando las gráficas hechas por ti y las que arrojaron en la simulación ¿Qué diferencias encuentras?

encuentro diferencia respecto con la fuerza, ya que en el primer ejemplo la velocidad es constante por lo tanto no hay fuerza y aceleración.

El estudiante reconoció que en el MUR no hay fuerza neta, esto contribuye a cuestionar la idea aristotélica del estudiantes de que siempre debe existir una fuerza para que haya movimiento.

3. Comparando las gráficas hechas por ti y las que arrojaron en la simulación ¿Qué diferencias encuentras?

El desplazamiento es una parábola, los t no es necesario tener fuerzas o que los fuerzos actuen para que haya movimiento. En la primer grafica la aceleración es cero porque la velocidad es constante y cuando la aceleración aumenta la velocidad tambien va a cambiar (asi la aceleración sea constante). En la segunda grafica se actua una freno pero sin pendiente.

Aquí el estudiante planteó varios aprendizajes con relación al MUR y al MUA, (no es necesario que haya fuerzas para que haya movimiento, afirmación adecuada para el MUR pero cometió imprecisiones. Por ejemplo: que si la aceleración aumenta la velocidad tambien, en el caso del MUA la aceleración es constante. Además afirma que el desplazamiento es una parábola pero no estableció para que caso.

Fuente: Autor

tiempo para un objeto masivo fuera mucho más comprensible para los estudiantes y contribuyó con el aprendizaje de las características del MUR y MUA.

En la Tabla 5 hay algunas de las comparaciones realizadas por los estudiantes y un comentario realizado

por el profesor-investigador.

Esta actividad fue utilizada por el profesor-investigador para explicar las características y diferencias que existen entre el MUR y el MUA, incorporando en su explicación las respuestas de la Actividad en Clase No. 3 y algunos aspectos históricos relevantes sobre el concepto de movimiento.

4. Conclusiones y/o Consideraciones finales

Asumir el currículo como proyecto de investigación permitió al profesor relacionar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento a través del marco conceptual el Conocimiento Pedagógico y Tecnológico del Contenido, en una propuesta que se desarrolló en el contexto educativo y social de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital. La propuesta educativa resulta útil para maestros e investigadores de la educación científica al generar alternativas para el diseño micro-curricular de un concepto científico.

En este trabajo de investigación se asumió que la alfabetización científica propende por preparar al estudiante con elementos científicos para desenvolverse en la sociedad y contribuye a disminuir la brecha entre conocimiento científico y el analfabetismo científico (MARTINS, 2008); si los estudiantes logran una mayor comprensión de los conceptos, pueden utilizarlos para resolver problemas no solo de carácter teórico sino práctico y/o experimental y explicar el mundo desde una perspectiva diferente al de las ideas previas, están alfabetizados científicamente, el análisis de las respuestas estudiantes apoyan la hipótesis propuesta.

5. Reconocimientos

Este artículo es producto de la investigación doctoral: "Una propuesta educativa basada en el modelo TPACK para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de movimiento". Tesis desarrollada en el Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, dirigida por el PhD Alfonso Claret Zambrano.

6. Referencias

ANGELI, C.; VALANIDES, N. Preservice teachers as ICT designers: An instructional design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. **Journal of Computer-Assisted**

Learning, Amsterdam, v. 21, n.4, pp. 292–302, 2005.

BLANCHARD, M. R., HARRIS, J.; HOFER, M. **Science learning activity type**. 2011. Retrieved from <http://activitytypes.wm.edu/ScienceLearningATs-Feb2011.pdf>

GARCÍA-MARTÍNEZ, Á.; IZQUIERDO, M. Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 32, n. 1, pp. 265–281, 2014. Retrieved from <http://ddd.uab.es/record/116596?ln=ca>

HARRIS, J.; HOFER, M. Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In: MADDUX C. D. (ED.), **Research Highlights in Technology and Teacher Education**. Society for Information Technology in Teacher Education (SITE). Chesapeake, VA: EE.UU, pp. 99-108. 2009.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, C. **Metodología de la investigación** (sexta). Mc Graw Hill. México, D.F.: México. 2014.

LEMMER, M. Applying the science of learning to the learning of science: Newton's second law of motion. **Africa Education Review**, Pretonia, v. 15, n. 1, pp. 20–37. 2018.

<https://doi.org/10.1080/18146627.2016.1224591>
LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. **Journal of Research in Science Teaching**, Nueva York, v. 41, n. 4, pp. 370–391. 2004. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>

MAIDANA, N. et al. La velocidad relativa: nuevas contribuciones del laboratorio virtual. **Revista de Enseñanza de La Física**, Córdoba, v. 28, n. 1, pp. 101–108. 2016.

MARTIN-RAMOS, P.; RAMOS, M.; SILVA, P. P. Smartphones in the teaching of Physics Laws: Projectile motion. **Ried-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, Madrid, v. 20, n. 2, pp. 213–231. 2017. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17663>

- MARTINS, I. Alfabetização científica: metáfora e perspectiva para o ensino de ciências. **XI Encontro de Pesquisa Em Ensino de Física**, pp. 1–14. 2008. Retrieved from http://www.cienciamao.usp.br/dados/epéf/_alfabetizacaocientificam.trabalho.pdf
- MATTHEWS, M. **The role of history and philosophy of science**. Routledge, Inglaterra: London, 1994.
- MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. **Teachers College Record, Columbia**, v. 108, n. 6, pp. 1017–1054. 2006.
- NIESS, M. Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. **Teaching and Teacher Education**, Amsterdam, v. 21, n.5, pp 509–523. 2005.
- PÉREZ, J.; MIRANDA, A.; GARCÉS, A. La clase de física y las creencias de los estudiantes de preparatoria sobre el movimiento. **Revista de Enseñanza de La Física**, Córdoba, v. 27, n. 2, pp. 51–61. 2015.
- ROSOLIO, A. et al. Concepciones de los estudiantes universitarios en cinemática y dinámica de una partícula. **Revista de Enseñanza de La Física**, Córdoba, v.29, n. Extra, pp.185–196. 2017.
- SHULMAN, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, pp. 1–23. 1987. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- STENHOUSE, L. **Investigación y desarrollo del currículum**. Traducido por: GUERRA, A. Ediciones Morata, S. A. Madrid: España, 1984.
- ZAMBRANO, A. **Fundamentos básicos de la termodinámica: Calor, temperatura y trabajo**. Universidad del Valle. Cali: Colombia, 2007.





QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA: UMA ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA ARGUMENTAÇÃO EM AULAS DE QUÍMICA

SOCIOSCIENTIFIC ISSUE: A STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF ARGUMENTATION IN CHEMISTRY CLASSES

PROBLEMA SOCIOCIENTÍFICO: UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE LA ARGUMENTACIÓN EN CLASES DE QUÍMICA

Thiara Vanessa da Silva Barbosa*, y Verônica Tavares Santos Batinga**

Cómo citar este artículo: Silva Barbosa, T. V. y Tavares Santos Batinga, V. (2021). Questão sociocientífica: uma estratégia para o desenvolvimento da argumentação em aulas de química. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 158-174. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16059>

Resumo

Objetivamos analisar como o processo de resolução de uma questão sociocientífica pode possibilitar o desenvolvimento da argumentação e de sua natureza em aulas de Química. Para isso, foi aplicada uma questão sociocientífica sobre “suplementação alimentar” para alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública de Pernambuco, Brasil. A pesquisa é de natureza qualitativa e os procedimentos metodológicos adotados foram: Elaboração e Desenvolvimento da Questão Sociocientífica e Análise dos Dados. Os resultados apontam que o uso da questão sociocientífica Suplementação Alimentar estabelece um contexto favorável para a emergência de processos de argumentação em sala de aula. Nas ações discursivas dos alunos foi identificada a argumentação de natureza social e científica. O confronto de ideias propiciado pela questão sociocientífica, evidenciado a partir da emergência de situações argumentativas, possibilita o desenvolvimento do conhecimento químico escolar, contribuindo também para uma formação mais crítica e reflexiva dos alunos.

Palavras Chave: controvérsia; argumentação; química.

Abstract

This work aims to analyze how a socio-scientific question can enable the development of argumentation in Chemistry classes. For this, a socio-scientific question on “food supplementation” was applied to students of the 3rd year of high school in a public school

Recebido: 21 de março de 2020; aprovado: 19 de junho de 2020

* Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Brasil. E-mail: thiara.vanessa@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3302-2962>

** Professora Adjunta do Departamento de Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Brasil. Doutora em Educação, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil. E-mail: veratsb@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9660-396X>

in Pernambuco, Brazil. The research is qualitative and the methodological procedures adopted were: Elaboration and Development of the Socio-scientific Question and Data Analysis. The results show that the use of the socio-scientific question Food Supplementation establishes a favorable context for the emergence of argumentation processes in the classroom. In students' discursive actions, social and scientific arguments were identified. The confrontation of ideas brought about by the socio-scientific question evidenced from the emergence of argumentative situations enables the development of school chemical knowledge, also contributing to a more critical and reflective training of students.

Keywords: controversy; argumentation; chemistry.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo analizar cómo el proceso de resolución de un problema socio-científico facilita el desarrollo de la argumentación en las clases de Química. Para esto, se aplicó una pregunta sociocientífica sobre la "suplementación alimenticia", a los estudiantes del tercer año de secundaria en una escuela pública de Pernambuco, Brasil. La investigación es de naturaleza cualitativa y los procedimientos metodológicos adoptados fueron: Elaboración y Desarrollo de la Pregunta Sociocientífica y Análisis de Datos. Los resultados muestran que el uso de la pregunta sociocientífica propicia un contexto favorable para el surgimiento de procesos de argumentación en el aula. En las acciones discursivas de los estudiantes, se identificaron argumentos sociales y científicos. La confrontación de ideas provocada por la cuestión sociocientífica, evidenciada por las situaciones argumentativas que se dieron, permite el desarrollo del conocimiento químico escolar, contribuyendo también a una formación más crítica y reflexiva de los estudiantes.

Palabras clave: controversia; argumentación; química.

1. Introdução

O cenário da educação na sociedade contemporânea não se sustenta mais na abordagem curricular baseada no uso exclusivo de livros didáticos, na visão do conhecimento científico como absoluto e acabado, e no acúmulo e memorização de informações pelos alunos. Isto não significa dizer que a educação brasileira está isenta desta situação. Pelo contrário, a abordagem tecnicista ainda hoje é um paradigma vigente na educação brasileira, porém não é mais suficiente para suprir as demandas da sociedade contemporânea (VOGEL; MARI, 2014),

a qual vem exigindo uma formação escolar mais humanística e menos fragmentada quanto ao conhecimento científico.

As orientações para uma formação humanística presentes na legislação educacional brasileira indicam que questões ambientais, políticas e éticas relacionadas com a ciência e tecnologia são conhecimentos fundamentais, os quais devem ser almejados no ensino, bem como, a sua mobilização na resolução de problemas cotidianos e escolares, e em situações que requer tomada de decisão. Corroborando com tais orientações, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) afirma que a área de Ciências da Natureza

na educação básica deve colaborar para o alcance de uma base de conhecimentos científicos que seja contextualizada, e incentive o estudante a realizar julgamentos críticos, elaborar argumentos, ter iniciativa e tomar decisões críticas em diversos contextos da vida (BRASIL, 2017). Uma das alternativas para o alcance dessa base de conhecimento pode partir da utilização de temas que lancem aos alunos questões sociais próximas de sua realidade cotidiana e de seu interesse (BEDIN e DEL PINO, 2018), as quais admitam como possível resposta mais de um ponto de vista. Essas questões são chamadas de socioscientíficas (SSI), cuja tradução é Questões Sociocientíficas ou Temas Sociocientíficos (SANTOS; MORTIMER, 2009).

Nesse trabalho a expressão “Questão Sociocientífica” (QSC) refere-se à temática e a abordagem de aspectos sociocientíficos no ensino-aprendizagem. Assim, entendemos uma QSC como situações controversas, que envolvem diferentes pontos de vista, com implicações em mais de uma área do conhecimento, sendo, portanto, interdisciplinares ou multidisciplinares, e que tem o conhecimento científico como fundamental para a compreensão e resolução de problemas por meio da argumentação (SOUSA; GEHLEN, 2017).

A abordagem de QSC tem se mostrado bastante válida para o desenvolvimento de habilidades importantes na construção de conhecimento científico escolar, por exemplo, voltadas para a formação de cidadãos conscientes de seu papel ativo na sociedade (SÁ; QUEIROZ, 2007). A abordagem de QSC no ensino de ciências tem sido realizada almejando diferentes objetivos. Ratcliffe (1998, apud SANTOS; MORTIMER, 2009) relacionou esses objetivos com cinco categorias, são elas: 1) relevância – encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas de seu cotidiano e desenvolver responsabilidade social; 2) motivação – despertar um maior interesse dos alunos pelo estudo de ciências; 3) comunicação e argumentação – ajudar os alunos a se expressar, ouvir e argumentar; 4) análise – ajudar os alunos a desenvolver raciocínio com maior exigência cognitiva; 5) compreensão

– auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência. Como apontam alguns estudos, as QSC possuem potencialidades e objetivos para o ensino de ciências, entretanto, nesse trabalho destacam-se os que dizem respeito à: capacidade de verbalizar e desenvolver a argumentação e participação ativa dos alunos (SANTOS, 2002; BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020).

2. Questão sociocientífica e argumentação no ensino-aprendizagem de ciências

Nesse trabalho parte-se do pressuposto de que o desenvolvimento da argumentação pode se concretizar no ensino-aprendizagem a partir de discussões acerca de questões sociocientíficas, que apresentam potencialidade de articulação entre aspectos de natureza científica e social, envolvem e mobilizam valores, habilidades e atitudes relativos a diferentes aspectos, por exemplo, os culturais, éticos, ambientais, econômicos e políticos (NUNES-NETO; CONRADO, 2018; BEDIN e DEL PINO, 2018). Tais discussões, que possuem caráter multidisciplinar e interdisciplinar, possibilitam ainda o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de tomada de decisões. As discussões sobre essas questões têm como característica marcante a controvérsia, ou seja, o surgimento de pontos de vistas contraditórios, o que segundo Platin (2008) é condição essencial para a ocorrência de argumentação. Este autor propõe o modelo de argumentação dialogal que tem como fundamento a contradição dos discursos, ou seja, admite a existência e a consideração de mais de um ponto de vista. Dessa forma, a participação em discussões de caráter sociocientífico pode propiciar a apresentação de argumentos à medida que se pretende defender um determinado posicionamento. A argumentação sobre uma questão sociocientífica é caracterizada como tal por estar baseada em noções científicas e que sempre há outros domínios a serem levados em conta, como éticos, econômicos, ambientais e culturais, visto que esta naturalmente possibilita mais de um ponto de vista e não tem

solução simples, podendo inclusive apresentar mais de uma solução ou vantagens e desvantagens nessas soluções (JIMENÉZ-ALEIXANDRE, 2010b). Para esta autora, é importante que sejam promovidos ambientes e atividades que possibilitem a valorização de vantagens e desvantagens, visto que nas situações da vida real ambas são encontradas, buscando-se evitar oposições simplistas.

Em uma revisão realizada por Sousa e Gehlen (2017) foi apontado que o uso de QSC tem sido recomendado por pesquisas da área de ensino de ciências, para situações de ensino-aprendizagem que buscam promover um contexto argumentativo, entretanto, esse campo de pesquisa ainda não tem sido muito explorado. Essas pesquisas foram publicadas nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) compreendendo os anos de 1997 a 2013, totalizando 17 anos de pesquisa, onde foi encontrado um total de 47 trabalhos. Segundo estas autoras, esse quantitativo representa menos de 1% dos trabalhos publicados nas edições pesquisadas, e se analisado a articulação da abordagem de QSC e o desenvolvimento de processos argumentativos o número de trabalhos se reduz a 12, sendo 3 desses ainda relacionados ao enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Ainda acerca de estudos sobre argumentação no âmbito de discussões sociocientíficas, dos 12 trabalhos encontrados, 11 deles se encontraram distribuídos nos VII, VIII e IX ENPEC, que correspondem às 3 edições de 2009, 2011 e 2013, respectivamente, o que confirma um interesse, embora crescente, ainda bastante recente se levado em conta o período de 17 anos que a revisão envolveu (SOUSA; GEHLEN, 2017).

Esse resultado também coincide com o levantamento bibliográfico que foi realizado para este trabalho, analisando o período de cinco anos (2013-2017) de publicações de periódicos nacionais e internacionais: *Química Nova*, *Química Nova na Escola*, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, *Ciência e Educação*, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*,

Educación Química, *Educación e Pesquisa*, *Acta Sciential*, *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências e Experiências em Ensino de Ciências*. Nesse levantamento foi percebido o crescente interesse, porém, ainda com um quantitativo não muito expressivo de publicações que tratam de estudos sobre argumentação, principalmente, os relacionados ao uso de QSC com enfoque no Ensino de Química. A relação entre QSC e a argumentação vem sendo apontada em diversos estudos (MENDES, 2012; MENDES; SANTOS, 2012; CHIARO; AQUINO, 2017; SÁ, 2010), sendo uma concepção comum entre os autores a noção de que o caráter controverso e social de tais temas e/ou QSC fomenta práticas argumentativas dos estudantes, pois, a medida que aproximam as ideias científicas do contexto social vivenciado por eles, passam a envolver e abrir espaço para a discussão de valores éticos e culturais associados a contextos científicos (SILVA et. al, 2017; BEDIN e DEL PINO, 2018). Estudos como o de Queiróz e Sá (2009) sinalizam para o papel relevante da argumentação para o ensino de ciências, e por mais que haja um crescente número de pesquisas nesta área ainda não há grandes espaços para a concretização da prática argumentativa nas salas de aula brasileiras. No âmbito do ensino em ciências, as práticas discursivas que podem ser desenvolvidas nas relações aluno-professor e aluno-aluno tem sido alvo de interessantes estudos que apontam a importância da linguagem no desenvolvimento do sujeito (BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020).

A prática de um ensino crítico de ciências, sinalizada na proposta de educacional indicada em alguns documentos oficiais (a ex. BNCC, 2017; PCNEM, 2000; PCN+, 2006), requer tanto dos alunos quanto dos professores uma visão real acerca da natureza da ciência, onde esta não é entendida como um conjunto de conhecimentos prontos e inquestionáveis, mas sim um conhecimento aberto e que está inserido numa perspectiva social, sendo, portanto, influenciado pela sociedade e, como atividade humana, passível de dúvida e questionamentos (PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007; BAQUINI

SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020). Diante disso, a mobilização de conhecimento à luz de diversas perspectivas – sejam elas éticas, morais, políticas, sociais - que estão inseridos no âmbito da QSC pode contribuir para a compreensão da natureza da ciência e assim para o desenvolvimento do pensamento crítico e a formação cidadã na educação básica (SIMONNEAUX, 2007 apud SOUZA, GEHLEN, 2017).

Para Cappecchi (2013), o espaço escolar aberto às discussões argumentativas possibilita o desenvolvimento da linguagem científica escolar e, por conseguinte, um maior domínio dentro da área de conhecimento. Nesse contexto a argumentação é entendida a partir das práticas de interações dos alunos - sejam em elaborações conceituais externalizadas através da fala ou em registros escritos – que objetivam a construção coletiva (CAPPECCHI, 2013). Assim, o espaço da sala de aula passa a ser um ambiente propício para a troca de ideias, baseados na interação com o outro, no que diz respeito à perspectiva de ouvir outras vozes (BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020). Portanto, um lugar para ouvir e confrontar seu ponto de vista, suas concepções, de modo que, eventualmente, se possa repensar significado e se reposicionar (BEDIN e DEL PINO, 2018). O desenvolvimento de habilidades que demandem um pensamento crítico, como a argumentação, é de extrema importância para um processo educacional que visa a compreensão da ciência estudada e não somente a aceitação desta. A troca de ideias e a elaboração de explicações coletivas proporcionadas pelo processo de argumentação favorecem o reconhecimento das ideias científicas como uma construção coletiva (CAPECCHI; CARVALHO, 2000).

De acordo com Scarpa, Sasseron e Silva (2017), no ensino de ciências, o argumento pode ser entendido como um produto, referente à linha de raciocínio utilizada para justificar a conclusão enunciada, ou como um processo, referente ao debate e avaliação das ideias contraditórias que levam a conclusão. As autoras ainda afirmam que ambos os entendimentos estão inter-relacionados, visto que os processos estão

implícitos no argumento como produto. Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) também trazem esses entendimentos, e apresentam em seu trabalho autores que propõem o uso do termo “argumentação” para o processo dialógico social e “argumento” para o produto resultado do processo.

Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008, p. 3, tradução nossa) afirmam: “a argumentação, em qualquer sentido que é transmitido, é parte integrante da ciência e argumentamos que deve ser integrado na educação científica.” Podemos falar em argumentação científica, a partir do momento que temos esclarecido o pensamento sobre a natureza da ciência. Esta se refere ao fato de que a ciência não deve ser entendida como acabada e impassível de questionamentos, mas sim aberta a opiniões, a ideias controversas, algo passível de mais de uma alternativa considerável. Jiménez-Aleixandre (2010a) aponta que o uso da argumentação em ciências fomenta a reflexão dos alunos sobre suas próprias opiniões e sobre outros pontos de vista, podendo favorecer um avanço conceitual devido ao caráter dialógico (BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020) e desencadear para a tomada de decisão (MARTINS, JUSTI, MENDONÇA, 2016)

Nesse trabalho adotamos a ideia de que argumentação é uma atividade discursiva, social, cognitiva, dialógica, dialética e epistêmica, e se caracteriza pelo confronto de pontos de vista e sua justificação e pelo espaço para a disposição de contra-argumentos, situação essa que leva a uma avaliação e reflexão das ideias e potencialidade para mudanças de concepções (LEITÃO, 2012; CHIARO, LEITÃO, 2005). Como marco de análise para diferenciar situações discursivas consideram-se os seguintes elementos da argumentação (LEITÃO, 2007): a contraposição de ideias e as justificações. Esses marcadores conferem as características da argumentação: a persuasão; a disputa; o grau de simetria entre interlocutores; a verossimilhança das declarações; a presença de mais de uma opinião; as justificativas das opiniões. Buscando identificar o processo de revisão de pontos de vista, Chiaro e Leitão (2005) propõem um procedimento analítico composto por três elementos

Tabela 1. Procedimento analítico para identificação de ciclos argumentativos.

Elementos do ciclo argumentativo		
Argumento	Contra-argumento	Resposta
O conjunto de pontos de vista e as razões/justificativas para eles, sendo o referencial de análise para identificar a posição defendida por alguém e as ideias com que ele justifica.	São os pontos de vista alternativos ou qualquer ideia que desafia determinado ponto de vista.	É a resposta dada às objeções levantadas

Fonte: CHIARO e LEITÃO, 2005.

(Tabela 1). Esta unidade de análise permite captar processos de revisão de posicionamento ao longo do desenvolvimento da argumentação. Assim, entendemos que ao capturar esses processos estamos também identificando os movimentos argumentativos (LEITÃO, 2007).

A autora Sá (2010) e colaboradores (Sá e Queiroz, 2007; Queiroz e Sá, 2009) estudam a argumentação no âmbito do ensino superior de química, o espaço para argumentação neste meio, a capacitação de professores e a validade de se ensinar ou não a argumentar (ensinar as características de um bom argumento). Sá (2010) desenvolveu um modelo de análise para avaliar aspectos relativos à argumentação produzida em discussões sobre QSC

denominado de Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Figura 1). As categorias de análise desse modelo são: natureza da argumentação, fontes de evidências e estratégias de aprendizagem.

A natureza da argumentação consiste em avaliar os critérios utilizados pelos integrantes em seu discurso, podendo classificar a argumentação como de natureza: ambiental, científica, ética, econômica e social. Sá (2010) descreve as categorias da natureza da seguinte forma: Argumentação de Natureza Ambiental: são as que estabelecem relação entre o problema e os impactos ambientais causados por ele ou por suas soluções; Argumentação de Natureza Científica: se referem ou trazem termos relativos aos assuntos das áreas da Ciência como Química, Física, Biologia, Bioquímica, etc; Argumentação de Natureza Econômica: são aqueles que trazem dados sobre as consequências econômicas devido ao problema ou a viabilidade econômica das soluções; Argumentação de Natureza Ética: são os que abordam questões éticas relacionadas ao problema ou a sua resolução; Argumentação de Natureza Social: aqueles que mencionam qualidade de vida de um indivíduo ou da sociedade, ou se referem à geração de empregos.

Considerando o desenvolvimento da argumentação em sala de aula, Cappechi (2013) afirma que é papel do professor ser mediador entre a cultura científica e a cultura social, assim como, a importância dele não fornecer conhecimentos e 'explicações prontas'

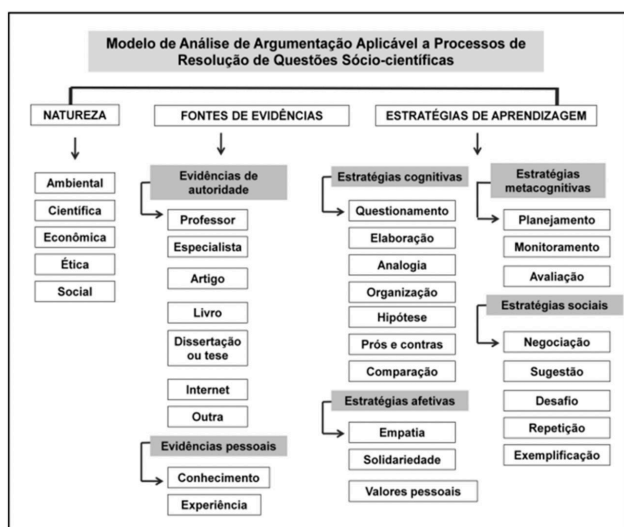


Figura 1. Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de QSC. Fonte: SÁ, 2010.

para os alunos. Desse modo, eles podem ter oportunidades de participar de práticas de produção de conhecimento desenvolvidas no contexto escolar (BEDIN e DEL PINO, 2018). Então, torna-se necessário que o professor possa guiar a proposição e desenvolvimento da argumentação pelos alunos para o processo de resolução de uma QSC (MENDONÇA; JUSTI, 2013).

Nessa linha, o trabalho de produção de conhecimento científico em sala de aula (BEDIN e DEL PINO, 2018) não é realizado a partir de uma mera opinião, mas sim partindo de uma justificativa de natureza teórica. Então, espera-se que com um ensino voltado para o desenvolvimento do raciocínio argumentativo o aluno possa no momento de tomada de decisão, elaborar justificativas que façam sentido. Nessa direção, apresentamos a seguinte indagação? Como o processo de discussão e resolução de uma QCS sobre Suplementação Alimentar pode possibilitar o desenvolvimento da argumentação em aulas de Química?

3. Metodologia

Esta pesquisa é de natureza qualitativa (ANDRÉ, 2013) e seu objetivo é analisar como uma QSC sobre Suplementação Alimentar pode possibilitar o desenvolvimento da argumentação e de sua natureza em aulas de Química. Os procedimentos metodológicos adotados foram: Elaboração da QSC, Desenvolvimento da QSC e Análise dos dados.

a. Elaboração da QSC

Na elaboração da QSC sobre o tema Suplementação Alimentar foram considerados os conteúdos de Bioquímica abordados no 4º bimestre do período letivo da escola. Para caracterização de uma QSC foi adotado os critérios de Ramsey (1993, apud SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 81) como: se a QSC contempla um problema de natureza controvertida, que existem opiniões diferentes a seu respeito e apresenta significado social. A QSC elaborada e intitulada de “Vantagem para quem?” apresenta em seu enunciado uma controvérsia existente no

tema e consta de três questões (Q1, Q2 e Q3). As atividades realizadas nas quatro aulas contribuem de modo articulado para o processo de discussão e resolução das questões e conteúdos contemplados no enunciado da QSC.

QSC “Vantagem para quem?” Os suplementos alimentares podem ser ótimos aliados na manutenção da saúde quando usados da maneira correta e com indicação médica. Entretanto podem causar problemas ao organismo quando usados sem orientação médica por um longo tempo. Por isso é indicado que o uso seja feito somente com um acompanhamento profissional. Esses suplementos até pouco tempo eram regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como alimentos, e, portanto, não necessitavam de receita médica para sua compra. Hoje, são classificados como suplementos alimentares, e ainda assim não precisam de receita para sua compra. Assim, acabam ocorrendo situações divergentes entre o que é indicado e o que é feito. O problema é que, nos dias atuais, tem ocorrido um aumento do número de pessoas que buscam um corpo idealizado, e estão comprando cada vez mais suplementos sem orientação médica e, junto a isso, as indústrias e o mercado de suplementos vêm crescendo cada vez mais, além de que alguns dos produtos são comercializados de maneira ilegal, já que nem todas as substâncias encontradas nos suplementos alimentares são permitidas no País. Analise o enunciado e responda as questões. Q1. Quais podem ser os motivos que levam as pessoas a não buscarem orientação médica? Q2. Se é preciso um acompanhamento médico para ingerir suplementos, por que sua venda não precisa de receita médica? Q3. Quando realmente se deve tomar suplemento? Somente para atender a uma necessidade ou é válido consumir por resultados estéticos? (Fonte: Autoras, 2018).

b. Desenvolvimento da QSC

O desenvolvimento da QSC envolveu atividades de aplicação de questionário, exposição dialogada, leitura e debate de texto e exibição de imagens, voltado para a sua discussão e processo de resolução. Esta foi desenvolvida com 14 estudantes do 3º ano

do Ensino Médio, de uma escola pública estadual de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco. Os estudantes autorizaram sua participação na pesquisa mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A QSC foi discutida em cinco aulas, sendo quatro (1, 2, 3 e 5) de 50 minutos cada e uma (4 aula) de 100 minutos, conforme descrição a seguir.

Aula n° 1: Alimentação versus Suplementação Alimentar: uma discussão introdutória

Na aula 1 foi aplicado um questionário para identificar as concepções prévias dos alunos a fim de nortear a elaboração de atividades e materiais didáticos usados nas aulas seguintes. Os alunos responderam individualmente o questionário. Após a entrega das respostas, a professora realizou uma discussão com a turma sobre cada questão, visando socializar as ideias do grupo e ambientá-los na participação de aulas que priorizem a comunicação e o diálogo. Em seguida, a professora analisou com a turma, tabelas nutricionais de um alimento e de um suplemento para discussão inicial acerca do conceito de suplemento alimentar e reconhecimento de grupos bioquímicos (carboidratos, lipídios e proteínas) a serem aprofundados nas próximas aulas.

Aula n° 2: Suplementos alimentares: Quem deve usar?

A intenção da professora foi promover uma reflexão sobre a necessidade de ingerir suplementos alimentares, especialmente, por atletas e usuários de academias. Para isso, duas questões foram colocadas: 1ª) “Somente pessoas que praticam atividades físicas tomam suplementos?” Em seguida, os alunos leram um texto que trata da importância da suplementação para crianças e adolescentes, de seu uso para auxiliar no tratamento de doenças e da necessidade de acompanhamento médico ou nutricional. Após a leitura houve um debate enfatizando a questão do acompanhamento médico. A 2ª questão colocada foi: “Suplemento alimentar é alimento ou medicamento?”, que visou discutir a atual classificação desse produto. Esta aula se relaciona com trecho do enunciado e Q1, Q2 e Q3 da QSC. As aulas 2,

3 e 4 foram gravadas em áudio.

Aula n° 3: Suplemento alimentar pode fazer mal?

Foi realizada uma aula dialogada usando slides e quadro branco como recurso para discutir o conceito de carboidratos e sua classificação: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, dando ênfase a sua função, fontes principais e seu metabolismo. As proteínas também foram abordadas com destaque para sua conceituação e constituição, explicitando as fontes principais e suas funções no organismo. Os estudos de como as biomoléculas atuam no organismo trouxe a discussão da importância e dos perigos dos suplementos proteicos e de carboidratos, que se articula com a Q2 da QSC. Houve uma introdução sobre alguns pontos positivos e negativos acerca da suplementação, que remetem a Q3 da QSC. Em seguida, a professora apresentou a QSC “Vantagem para quem?”. Vale ressaltar, que embora a QSC tenha sido apresentada de forma explícita aos estudantes nesta aula, ela foi discutida ao longo de todas as atividades e aulas relacionadas com a etapa de desenvolvimento, visando um processo de resolução contínuo e dinâmico.

Aula n°4: Discussão da QSC “Vantagem para quem?”

A professora leu o enunciado da QSC buscando estimular os alunos a expressarem seus posicionamentos, conduzindo-os a elaboração de argumentos e contra-argumentos a fim de que a argumentação pudesse emergir e se mantivesse contínua ao longo da aula. Logo após ela introduziu a discussão sobre o grupo lipídios, enfatizando suas fontes, com exemplos, em especial, a classe dos esteroides. Em seguida, a professora questionou os alunos sobre a diferença entre os suplementos e os anabolizantes a partir da exibição de uma imagem extraída de uma matéria do site do G1, com alguns comentários postados na página. E retomou as discussões sobre as questões da QSC já desenvolvidas nas aulas 1, 2 e 3.

Aula: n° 5: Sistematização da QSC

Nessa aula houve a sistematização da QSC por meio do diálogo partindo do resgate das ideias iniciais dos alunos (aula n° 1), e o direcionamento para que eles

refletirem sobre como os conhecimentos químicos abordados nas aulas e atividades poderiam ajudar a resolver as questões da QSC proposta.

c. *Análise dos dados*

O foco de análise desse trabalho centra-se nos dados obtidos a partir das interações discursivas ocorridas entre alunos-alunos e alunos-professora na aula 2, a qual foi gravada em áudio, posteriormente transcrita, e feito recortes construídos no formato de episódios. As interações discursivas estão relacionadas com o processo de busca e tentativa de resolução da QSC, ao longo das aulas e atividades. Segundo Silva e Mortimer (2005, p. 9) um episódio é “um segmento do discurso da sala de aula que tem fronteiras claras em termos de conteúdo temático ou de tarefas que aí são desenvolvidas, podendo ser nitidamente distinto dos demais que lhe antecedem e sucedem”. Para a identificação nos episódios dos momentos em que houve o desenvolvimento da argumentação, adotamos como categoria de análise o procedimento analítico segundo Chiaro e Leitão (2005). Tal procedimento (tabela 1) busca identificar os movimentos argumentativos e processo da mudança de perspectiva ou não por meio da presença dos elementos: argumento, contra-argumento e resposta (ciclo argumentativo). Nesse sentido a presença desses elementos nos episódios analisados aponta para o desenvolvimento da argumentação, que se manifesta/evidencia nesse trabalho, no que denominamos de situação argumentativa (MENDES, 2012). Depois de identificada a SA foi feita uma análise conjunta dos elementos presentes na argumentação (Chiaro e Leitão, 2005), buscando identificar a sua natureza. Para isso, tomou-se a categoria Natureza da Argumentação, oriunda do Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (SÁ, 2010) (Figura 1). Para as transcrições das discussões nos episódios foi utilizado o padrão: P: Pesquisadora/Professora; An: Aluno, onde n é ordem cuja fala apareceu na gravação; A*: aluno não identificado; AS: falas de alunos simultâneos; [...]: não transcrito; []: palavra subentendida; (****): inaudível.

4. Resultados e discussão

Por falta de espaço no texto, apresentaremos os resultados relativos à identificação e análise dos elementos que caracterizam as situações argumentativas, SA1 e SA2, respectivamente, e análise da natureza da argumentação nestas situações recortados dos episódios 1 e 2 (aula 2), as quais remetem ao desenvolvimento da argumentação. Esses episódios destacam o processo de resolução das Q2 e Q3 relativas à QSC.

d. *Análise do Episódio 1: “Discutindo a classificação dos suplementos”*

O episódio 1 retrata as interações discursivas ocorridas a partir da leitura do texto “Suplementos alimentares podem reforçar a nutrição de crianças e adolescentes”, retirado e adaptado de uma matéria do Jornal Extra (2017) e relacionado com a Q3 da QSC. O texto aborda a questão da suplementação em crianças e adolescentes que por diversos motivos, a exemplo, de possuir alguma doença que necessite de suplementação para um reequilíbrio nutricional. E também traz informações sobre orientação médica, composição, e a ação de suplementos no metabolismo e tratamento de doenças. Após a leitura do texto a pesquisadora iniciou um debate para discutir com os alunos acerca do uso de suplementos, retomando suas ideias antes da leitura. Para isso, ela levantou alguns questionamentos relativos ao enunciado da QSC, levando os alunos a expressarem seus pontos de vista e ideias, tais como: “Suplemento alimentar é alimento ou medicamento?”, que gerou algumas discussões, conforme tabela 2. A pesquisadora buscou instaurar um contexto controverso partindo da pergunta sobre a classificação dos suplementos (medicamento ou alimento?). O questionamento possibilitou um momento de reflexão sobre o conceito de suplemento alimentar que já havia sido abordado, acerca das informações contidas no texto e dos conhecimentos prévios que os alunos já trazem consigo (BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020). Como a

Tabela 2. Transcrição de trechos do episódio 1 (aula 2)

Turnos	Identificação do sujeito	Fala do sujeito
84	P	Está vendo? Existem pessoas que têm doenças [...] Eu pergunto: o suplemento alimentar [...] é um alimento ou é um medicamento?
85	A*	Um alimento
86	AS	(sala de aula muito barulhenta)
88	A3	É medicamento
89	P	[...] Então vê, ele falou o que? Que é um medicamento porque [...]
90	P	Pessoal [...]
91	A3	Ele é porque é um apoio a alimentação e ajuda no tratamento de doenças, tem gente que precisa dele.
92	A5	Mas se ele não cura, tem no texto. Então é um alimento, ele só vai ajudar no tratamento, como qualquer alimentação boa que a pessoa tiver.
93	A*	E ele só ajuda a tratar né? Se botar ele sozinho não vai tratar.
94	A3	Sim, mas ele vai botar alguma coisa em específico, que está faltando, tipo uma necessidade, não é como qualquer outro alimento senão não precisava tomar. O menino tem problema para absorver vitamina, ele comendo normal não consegue. Aí o suplemento entra como um remédio.
95	P	Então para você ele é um medicamento? Alguém acha que o suplemento alimentar não é um medicamento?
96	A2	Nem um nem outro.
97	A*	Depende do ponto de vista

Fonte: AUTORAS, 2018.

classificação não havia sido abordada até esse momento da discussão, colocar a pergunta em pauta favoreceu a elaboração de hipóteses e pode contribuir para a construção de argumentos (BEDIN e DEL PINO, 2018).

O trecho do episódio 1 (tabela 2) apresenta a primeira SA da discussão, que corresponde as falas dos turnos 88 ao 94. A SA inicia com o posicionamento de A3, defendendo que o suplemento é um medicamento. Como não havia uma justificativa para tal

ponto de vista a pesquisadora intervém solicitando uma, no turno 89 “[...] Que é um medicamento? por quê? [...]”. Ao fazer essa exigência a pesquisadora favorece o desenvolvimento da SA1. Então, no turno 91, A3 traz a justificativa de que é um medicamento por ser apoio à alimentação, portanto, não poderia ser considerado um alimento, sendo, necessário no tratamento de algumas doenças. Notamos que nessa justificativa, A3 utilizou seu conhecimento a respeito do conceito de suplemento e de informações do

Tabela 3. Síntese dos elementos da SA1 no episódio 1.

Turnos de fala da SA1	Identificação dos elementos da argumentação	Comentários
Turnos 88 e 91: O aluno A3 manifesta a opinião de que “É medicamento”		
E se justifica dizendo que “Ele é porque é um apoio a alimentação e ajuda no tratamento de doenças, tem gente que precisa dele.”	Argumento	Inicialmente há um ponto de vista, mas sem justificativa.
Com a exposição dessa opinião, a pesquisadora estimulou a elaboração de uma justificativa para ela, como foi apresentada no turno 91. Essa ação possibilitou que a SA se desenvolvesse.		
Turno 92: O aluno A5 contrapõe "Mas, se ele não cura, tem no texto, então é um alimento, ele só vai ajudar no tratamento, como qualquer alimentação boa que a pessoa tiver".	Contra-argumento	Nota-se pelo uso da expressão “mas” que há um contra-argumento à ideia apresentada, pondo a reflexão à opinião dominante e usando também informação do texto como fonte de evidência.
Turno 93: Um aluno A* reforça a contraposição “E ele só ajuda a tratar né? Se botar ele sozinho não vai tratar.”	Contra-argumento	O aluno do turno anterior ao contra argumentar tornou o argumento do proponente menos aceitável e possibilitou o surgimento de mais um reforço à oposição.
Turno 94: O aluno A3 responde ao colega: “Sim, mas ele vai botar alguma coisa em específico, que está faltando, tipo uma necessidade, não é como qualquer outro alimento senão não precisava tomar. O menino tem problema para absorver tipo vitamina, ele comendo normal não consegue. Aí o suplemento, como um remédio”.	Resposta	Após considerar o ponto de vista contrário ao seu (como mostra o trecho sublinhado), a fala do aluno demonstra que houve uma revisão sobre o seu posicionamento. Essa resposta fecha a situação argumentativa, retomando a ideia inicial.

Fonte: Autoras 2018

Elementos da Argumentação	Natureza da Argumentação/comentários
Argumento (A3): “Ele é [medicamento] porque é um apoio a alimentação e ele ajuda no tratamento de doenças, tem gente que precisa dele”.	Social: Ao evidenciar a necessidade do consumo por algumas pessoas, o argumento faz referência à qualidade de vida do indivíduo ou sociedade.
Resposta (A3): “Sim, mas ele vai botar alguma coisa em específico, que está faltando, tipo uma necessidade, não é como qualquer outro alimento senão não precisava tomar. O menino lá tem problema tipo pra absorver tipo vitamina, ele comendo normal não consegue. Aí o suplemento, como um remédio”.	Científica: O argumento faz referência aos conceitos científicos (suplementação, suplementos, vitaminas) que foram apresentados na sequência didática de forma contextualizada, além de trazer o termo “vitamina” que é do domínio científico.

Fonte: Autoras 2018

texto. Prosseguindo com o processo argumentativo, o aluno A5 traz no seu contra-argumento no turno 92 a informação de que o suplemento não cura doença, portanto, não seria um medicamento, mobilizando informações do texto como uma fonte de evidência. Ele conclui afirmando que o suplemento ajuda no tratamento de uma doença tanto quanto uma boa alimentação, demonstrando ter noção de que uma alimentação equilibrada pode ser tão eficiente para o tratamento de doenças quanto um suplemento. Com esse contra-argumento, A5 desafia a opinião até então dominante, como afirmam Chiaro e Leitão (2005), tornando-a menos aceitável aos olhos do oponente. Então, essa ação possibilitou o surgimento de outra oposição ao argumento inicial, no turno 93 (A*), que reforçou o contra-argumento

apresentado, enfatizando que o suplemento apenas auxilia no tratamento da doença, e que caso este fosse utilizado sozinho não teria efeito.

O elemento “resposta” está presente na fala de A3 (turno 94) quando retoma sua ideia defendida inicialmente de que suplemento é um medicamento. Apesar de não ter havido uma mudança de ponto de vista nota-se que houve um processo de revisão sobre o seu posicionamento, principalmente, porque houve consideração do ponto de vista contrário, observado em: “Sim, mas ele vai botar alguma coisa em específico, que está faltando, tipo uma necessidade, não é como qualquer outro alimento senão não precisava tomar”. Segundo Mendes e Santos (2013) a ação de elaborar hipóteses acerca das perguntas relacionadas (Q2 e Q3) com a QSC

Tabela 5. Transcrição de trechos do episódio 2 (aula 2).

Turno	Identificação	Fala
99	A2	Ele não é nenhum dos dois porque não substitui uma refeição, nem ele substitui um remédio.
100	P	Certo, mas aí ele tem uma função no organismo. Como a gente classificaria essa função? Ele vem como um alimento ou como um medicamento ou outra coisa?
101	A2	Para mim não é nada disso. Independente se você tiver doente e não tomar seus medicamentos certinhos, você vai ter doença e dor, porque não é remédio. E também não é alimentação, ele (SUPLEMENTO) completa a alimentação.
102	P	Está bem. Alguém discorda? Ou alguém concorda?
103	A*	Ele é remédio, porque vai focar em algo. E comida não vai focar em algo, comida vai dar carboidrato, calorias, e etc.
104	A6	É porque assim, vamos pensar alimentação, do verbo alimentar. Se você comer uma pedra não é alimentação. Alimentação é de onde a gente supre a necessidade, tira os nutrientes que a comida pode oferecer. Já o Whey é alimentação porque ele supre essa necessidade do que ele vai oferecer. Mas ele também não é remédio porque ele não é para curar alguma coisa.
105	A*	Então, é um SUPLEMENTO e não um alimento. Então eu não classificaria em nem um nem outro.
106	A2	Foi isso que eu disse [...] ele não é alimento e nem é um medicamento, porque ele não pode substituir uma alimentação e nem pode substituir um remédio.
107	A6	Aí tu se esqueces do básico, ele é o que? Suplemento alimentar. Ele faz o que? Suplementa. Que confusão é essa? Vocês não leem o rótulo não é? (IRONIZA)
108	P	Então, ele é um alimento? Quem concorda que é um medicamento tem alguma coisa a acrescentar?
109	A6	É porque o alimento já em si já é para suprir as nossas necessidades de fome, nossa satisfação. Já o suplemento é um tipo de alimento que ele já é para suprir a necessidade de alguma coisa justamente específica.
110	A*	É nem um e nem outro.

Fonte: AUTORAS, 2018.

torna os estudantes com atitude mais ativa, que pode favorecer a argumentação (BEDIN e DEL PINO, 2018). Como afirmam Chiaro e Leitão (2005), o processo de “resposta” a perspectivas contrárias é um elemento crítico para a construção de conhecimento. A emergência dos elementos do ciclo argumentativo (Chiaro e Leitão, 2005) indica a SA1 presente no episódio 1, sintetizada na tabela 3, e a identificação da natureza da argumentação (SÁ, 2010) que consta na tabela 4.

Análise do Episódio 2: “O surgimento de uma terceira opinião”

Após a primeira SA, onde claramente não houve consenso, a pesquisadora buscou introduzir o que Platin (2008) reconhece como “pergunta argumentativa” que gerou dúvida entre os dois posicionamentos divergentes, possibilitando que fossem analisados. Essa continuidade se deu a partir do turno 96, onde o aluno A2 traz um novo posicionamento: “nem um nem outro”. Assim,

Tabela 6. Síntese dos elementos da SA2 no episódio 2.

Turnos de fala da SA2	Identificação dos elementos da argumentação	Comentários
Turno 99 e 101: O aluno A2 manifesta posicionamento de que “não é nenhum dos dois porque ele (SUPLEMENTO) não substitui uma refeição, nem ele substitui um remédio”.		
“[...] se você tiver doente e não tomar seus medicamentos certinhos, você vai ter doença e dor, porque não é remédio. E também não é alimentação, ele completa a alimentação”.	Argumento	Temos a proposição de um argumento, caracterizado por um ponto de vista + suas justificativas.
Turno 103: A* se contrapõe. “ele é remédio, porque ele vai focar em algo. E comida não vai focar em algo, comida vai dar carboidrato, calorias, e etc”.	Contra-argumento	Essa fala expressa um ponto de vista diferente, pondo em dúvida tanto a opinião expressada no turno anterior quanto à apresentada no questionamento da pesquisadora.
Turno 104: O aluno A6 se contrapõe as duas outras opiniões “É porque assim [...]”. Alimentação é de onde a gente supre a necessidade, tira os nutrientes que a comida pode oferecer. Já o Whey (PROTÉINA) é alimentação, porque ele supre essa necessidade do que ele vai oferecer. Mas, ele também não é remédio, porque não é para curar alguma coisa”.	Contra-argumento	Aqui surge mais uma oposição defendendo a classificação de alimento, e ainda refutando a ideia de que é um remédio.
Turno 105: O aluno A* responde ao colega: “Então, é um SUPLEMENTO e não um alimento. Então, eu não classificaria em nem um nem outro”.	Resposta	Após considerar os pontos de vista contrários ao seu o aluno muda de posicionamento e nos fornece uma aceitação do argumento proponente em sua resposta.
Turno 106: A2 reforça o argumento do turno anterior. “Foi isso que eu disse [...] ele não é alimento e nem é um suplemento, porque não pode substituir uma alimentação e nem pode substituir um remédio”.	Argumento	Nessa fala o proponente traz uma repetição de seu argumento inicial.

Fonte: Autoras 2018

mais pontos de vista foram expostos no processo de construção de sentidos e significados sobre o conceito de suplemento, como por exemplo, o de A6 que não participou do primeiro episódio (BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020). A tabela 5 destacada a discussão do episódio 2:

A partir dos pontos de vista expressos na SA1, outros alunos puderam avaliá-los e formular e/ou reformular as suas próprias ideias. Essa situação condiz com o que sinaliza Platin (2008), quando ele aponta o conflito como razão determinante para as interações argumentativas. Então, à medida que a contradição permaneceu, o ímpeto argumentativo se manteve e continuou na segunda SA.

No trecho destacado (tabela 5) ainda na mesma discussão identificamos a SA2 nos turnos 99 aos 106, que se relaciona com o enunciado e as Q2 e Q3 da QSC. Ao analisar o trecho percebemos agora a existência de três pontos de vista. O primeiro ponto colocado, o proponente, defende que o suplemento não se encaixa em nenhuma das duas classificações, tendo como justificativa o fato de que ele não pode substituir o alimento tampouco o remédio, informações essas que já haviam sido confrontadas na SA1. Então, esse posicionamento novo que se observa nos turnos 99 e 101 parece ter surgido do conflito anterior dando assim continuidade à argumentação, como dito anteriormente (BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020). O segundo e o terceiro posicionamentos encontrados nesta SA2 se referem a trecho do enunciado da QSC, que deu início à discussão partindo da pergunta: "Suplemento é alimento ou medicamento?".

A SA2 se inicia com o posicionamento de A2, defendendo que o suplemento não se encaixa em nenhuma das classificações questionadas, e justifica nos turnos 99 e 101 com a informação de que o suplemento não pode substituir uma refeição ou um medicamento, portanto, não pode ser classificado como um ou outro. Notamos que finalmente pudemos chegar à classificação atual correta do suplemento, mas é perceptível como mesmo a

classificação anterior (de alimento) não estava bem estabelecida. Este fato é um reflexo do que se discute e observa sobre a compra de suplementos: existe uma enorme facilidade de aquisição, mas igual falta de informação por parte dos consumidores.

Continuando, a pesquisadora faz questionamentos buscando incentivar a expressão de outros pontos de vista (BAQUINI SILVA MARTINELLI, MACKEDANZ e RITTER, 2020). Assim, o aluno A*, que infelizmente não foi possível identifica-lo, contra-argumenta o proponente no turno 103, dizendo que o suplemento é classificado como remédio porque ele pode suprir alguma deficiência em específico, enquanto a comida pode fornecer diversos nutrientes e nem sempre é capaz de suprir as necessidades, demonstrando ter conhecimento sobre algumas diferenças entre alimento e suplemento, o que foi percebido durante as aulas. Já no turno 104 temos o terceiro posicionamento da SA2, o de que é um alimento. Nesse turno, A6 aparece também como oponente e defende que o suplemento (cita WheyProtein) é um alimento porque, assim como uma alimentação, ele supre a necessidade de nutrientes e, ainda nesse contra-argumento, ele invalida a ideia de que é um remédio, afirmando que ele não pode curar uma doença.

Nesse momento todos os pontos de vista já foram explicitados e refutados em algum nível. Notamos que com três posicionamentos presentes na discussão, teríamos a possibilidade de mais de uma resposta a QSC. A partir de então surge a primeira resposta, no turno 105, onde o A* - que defendia que era um medicamento - sintetiza uma nova opinião enfatizando que é um suplemento. Percebemos que as contra argumentações, principalmente, as apresentadas sobre alimento versus medicamento, fez com que o aluno (A*) refletisse sobre a sua ideia inicial. A partir disso, notamos um processo de construção de conhecimento científico escolar, conforme apontam Chiaro e Leitão (2005) e Bedin e Del Pino (2018), a respeito da classificação atual de suplemento alimentar (ANVISA, 2018). Então, A2 que inicialmente introduziu esse posicionamento

novamente se expressa, concordando e repetindo seu argumento inicial, no turno 106. Percebemos, então, que houve uma ampla aceitação do argumento do proponente, não surgindo outras respostas dos demais participantes e, assim, encerrando a situação argumentativa 2. A tabela 6 mostra uma síntese da SA2 que emergiu no episódio 2.

A tabela 7 mostra a identificação da natureza da argumentação (SÁ, 2010) surgidas na SA2, a partir da emergência dos elementos da argumentação.

5. Considerações finais

O confronto de ideias, a comunicação de diferentes pontos de vistas e a proposição de justificativas foi propiciada pela questão sociocientífica Suplementação Alimentar, e evidenciados a partir da emergência de situações argumentativas, possibilita o desenvolvimento da argumentação e do conhecimento químico escolar contextualizado, por exemplo, significado e classificação de suplemento segundo ANVISA, articulado com os aspectos de natureza

social e científica, além de contribuir para uma formação mais crítica e reflexiva dos alunos.

As situações argumentativas foram identificadas nas interações discursivas entre alunos-alunos e alunos-professor por meio da presença dos elementos argumento, contra-argumento e resposta, que constituem uma unidade de análise, a qual é possível analisar o desenvolvimento da argumentação em sala de aula. Os critérios mobilizados pelos alunos nas interações discursivas relativas ao processo de discussão e resolução da QSC foram classificados segundo a categoria natureza da argumentação.

As ações verbais mobilizadas pela professora nas interações discursivas acerca da QSC apontam desafios envolvidos no trabalho com a argumentação em aulas de Química, principalmente, quanto a manter o ímpeto argumentativo nas discussões, e como isso requer o desenvolvimento de habilidades pelo professor relativas ao desenvolvimento da argumentação, do ponto de vista teórico-metodológico, seja na formação inicial ou continuada.

Elementos da argumentação	Natureza da argumentação/comentários
Argumento: (A2): “não é nenhum dos dois porque ele não substitui uma refeição, nem substitui um remédio”. “[...] independente se você tiver doente e não tomar seus medicamentos certinhos, você vai ter doença e dor, porque não é remédio. E também não é alimentação, ele completa a alimentação”.	Científica e Social. Mostra conhecimento sobre a função dos suplementos alimentares. Também evidencia as consequências na qualidade de vida do indivíduo em relação ao consumo de suplemento, alimento e medicamento
Contra-argumento: (A*): “Ele é remédio, porque ele vai focar em algo. E comida não vai focar em algo, comida vai dar carboidrato, calorias e etc”.	Científica. Faz referência aos conceitos científicos que foram apresentados na unidade de forma contextualizada e traz os termos carboidrato e calorias, que fazem parte do domínio científico.
Contra-argumento: (A6): “É porque assim [...] alimentação é de onde a gente supre a necessidade, tira os nutrientes que a comida pode oferecer. Já o Whey (Proteína) é alimentação porque ele supre essa necessidade do que ele vai oferecer. Mas ele também não é remédio, porque ele não é para curar alguma coisa”.	Científica. O contra-argumento faz referência aos conceitos científicos (Nutriente e Proteína) que foram apresentados na unidade de forma contextualizada.

6. Referencias

- ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada- RDC n. 243, de 26 de julho de 2018**. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=27/07/2018&jornal=515&pagina=100>. Acesso em: 09 jan. 2019.
- BAQUINI DA SILVA MARTINELLI, N. R.; MACKEDANZ, L. F.; RITTER, J. Interações discursivas mediadas na aula de ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 15, n. 1, p. 28-45, 2020.
- 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.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Educação é a Base**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf. Acesso em: 17 dez. 2018.
- CHIARO, S.; AQUINO, K. A. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. **Educação e Pesquisa**, v. 43, n. 2, p. 411-426, 2017.
- CHIARO, S.; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 18, n. 3, p. 350-357, 2005.
- LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Org). **Argumentação na escola: o conhecimento em construção**. Campinas, SP: Pontes Editores, 2011, cap. 1, p. 13-46.
- LEITÃO, S. O trabalho com argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem: um desafio persistente. **Uni-pluri/versidad**, v. 12, n.3, p. 23-37, 2012.
- LEITÃO, Selma. Argumentação e Desenvolvimento do Pensamento Reflexivo. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 20, n. 3, p. 454-462, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prc/v20n3/a13v20n3.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- MENDES, M. R. M. **A argumentação em discussões sociocientíficas: o contexto e o discurso**. 2012. 209 f. Tese (Doutorado em Ciências e Matemática) – Universidade de Brasília, Brasília.
- MENDES, M. R. M. M.; SANTOS, W. L. P. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p. 621-643, 2013.
- SÁ, L. P. **Estudos de caso na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no Ensino Superior de Química**. 2010. 278 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2035-2042, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.
- SANTOS, W. L. P. Aspectos sócio-científicos em aulas de química. 2002. 336 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Educação da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Ensino de Ciências com Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS. In: _____. **Educação em Química: compromisso e cidadania**. 4. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, cap. 3, p. 61-97.
- SILVA, A. da C. T; MORTIMER, E. F. Aspectos teórico-metodológicos da análise das dinâmicas discursivas das salas de aula de ciências. **Atas do V ENPEC, 2005**. Disponível em: <https://ri.ufs>.

br/bitstream/riufs/676/1/AspectosAulaCiencias.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SILVA et. al. Emergência de episódios argumentativos em sala de aula e suas relações com as interações discursivas e ações pró-argumentativas docentes no ensino de genética. In: **Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**. 11. Florianópolis. Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências. Florianópolis, 2017. v. 1. p. 1-12. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1740-1.pdf> >. Acesso em: 17 jan. 2018.

SILVA, F. V. L. **Medicamentos e Suplementos Alimentares: Legislação e Ética**. 2016. 36 f. Monografia

(Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, Coimbra. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/48240/1/M_Fernando%20Silva.pdf> Acesso em: 09 jan. 2019.

SOUSA, P. S.; GEHLEN, S. T. Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.19, p. 1-22, 2017.

VOGEL, M.; MARI, C. F. O uso de Temas Químicos Sociais como proposta de Ensino de Química. In: SANTANA, E. M.; SILVA, E. L. (Org). **Tópicos em ensino de Química**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014. cap. 2, p. 37-62.





RECONFIGURANDO O CURRÍCULO E DISCUTINDO QUESTÕES ÉTNICO-RACIAIS EM UM CURSO TÉCNICO

RECONFIGURING THE CURRICULUM AND DISCUSSING ETHNIC-RACIAL ISSUES IN A TECHNICAL COURSE

RECONFIGURANDO EL CURRÍCULO Y DISCUTIENDO CUESTIONES ÉTNICO- RACIALES EN UN CURSO TÉCNICO

Sara Souza Pimenta*, Andrei Steeven Moreno Rodríguez**

y Elisa Prestes Massena***

Cómo citar este artículo: Pimenta, S. S., Rodríguez, A. S. M. y Massena, E. P. (2021). Reconfigurando o currículo e discutindo questões étnico-raciais em um curso técnico. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 175-191. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15810>

Resumo

O currículo escolar, muitas vezes, tem sido decidido por classes dominantes e expressa conteudismo e descontextualização. No entanto, movimentos sociais têm impulsionado modificações no currículo para o tratamento de questões étnico-raciais. Na busca pela contextualização com a realidade e integração entre as ciências, objetivamos investigar os processos de ensino e aprendizagem por meio do desenvolvimento de uma proposta de reconfiguração curricular com o tema cuidado de cabelos crespos e cacheados. Para isso, a proposta foi desenvolvida e implementada em uma escola técnica com trinta e dois estudantes participantes, os quais responderam a um questionário e elaboraram duas produções textuais. Os dados foram analisados à luz da Análise Textual Discursiva da qual obtivemos três categorias emergentes, a saber: O processo de rejeição/aceitação da identidade por meio do cabelo; Níveis de compreensão do conteúdo; e, O problema do consumo em detrimento da reafirmação da identidade. Os resultados apontam que a aceitação da identidade racial negra aparece entre os estudantes por meio dos cabelos cacheados, mas, nesse processo, está inserido o problema do consumismo. Além disso, conforme expresso nas atividades, os estudantes apresentaram evidências da aprendizagem de conteúdos químicos por meio do tema discutido.

Palavras Chave: tipos de cabelo; questões étnicas; ensino de ciências; ensino de química; proposta curricular.

Recibido: 14 de enero de 2020; aprobado: 25 de junio de 2020

* Mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA – Brasil. E-mail: pimentasaras@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9588-7243>

** Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil. Professor Adjunto Visitante do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA – Brasil. E-mail: asmrodriguez@uesc.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3743-4633>

*** Doutora em Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Professora Titular do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA – Brasil. E-mail: elisapmassena@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7670-0201>

Abstract

The school curriculum has often been decided by dominant classes and expresses content and decontextualization. However, social movements have driven changes in the curriculum to address ethnic-racial issues. In the search for contextualization with reality and integration between the sciences, we aim to investigate the teaching and learning processes through the development of a curricular reconfiguration proposal with the theme of curly and wavy hair. For this, the proposal was developed and implemented in a technical school with thirty-two participating students, who answered a questionnaire and prepared two textual productions. The data were analyzed in the light of the Discursive Textual Analysis from which arise three emerging categories, namely: The process of rejection/acceptance of identity through hair; Levels of content understanding; and, The problem of consumption at the expense of reaffirming identity. The results show that the acceptance of black racial identity appears among students through curly hair, but in this process, the problem of consumerism is inserted. Also, as expressed in the activities, students presented evidence of learning chemical contents through the topic discussed.

Keywords: Hair types; curricular reconfiguration; science teaching; chemistry teaching..

Resumo

El currículo escolar a menudo ha sido establecido por las clases dominantes expresando énfasis en los contenidos y descontextualización. Sin embargo, algunos movimientos sociales han impulsado cambios en el plan de estudios para abordar los problemas étnicos y raciales. Buscando contextualización e integración entre las ciencias, nos proponemos investigar los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante el desarrollo de una propuesta de reconfiguración curricular, con el tema del cuidado de cabellos ondulados y afros. Para ello, la propuesta se desarrolló e implementó en una escuela técnica con treinta y dos estudiantes participantes, quienes respondieron un cuestionario y elaboraron dos producciones textuales. Los datos fueron analizados por medio de Análisis Textual Discursivo, de donde surgieron tres categorías emergentes: El proceso de rechazo/aceptación de la identidad a través del cabello; Los niveles de comprensión del contenido y El problema del consumo en detrimento de la reaffirmación de la identidad. Los resultados indican que la aceptación de la identidad racial negra por parte de los estudiantes se relaciona con el tipo de cabello, pero en este proceso interfiere el problema del consumismo. Además, como se expresó en las actividades, los estudiantes presentaron evidencia de aprendizaje de contenidos de la química a través del tema discutido.

Palavras chave: proposta curricular, enseñanza de las ciencias; enseñanza de la química.

1. Introdução

Desde a África pré-colonial para além da técnica corporal, a manipulação do cabelo carrega uma lógica cultural. As comunidades africanas, por exemplo, davam grande valor ao corpo, e o cabelo, como parte do corpo, apresentava representações especiais conforme o modo como era cuidado e penteado. As tranças e os cortes, por exemplo, eram muito utilizados para diferenciar as tribos, posições hierárquicas, posição social, nível social, estado civil, faixa etária, crenças religiosas, e identidade étnica (GOMES, 2006).

Com isso, conforme Gomes (2006, p. 148), “para o negro, o estético é indissociável do político” e sua beleza acomoda o enraizamento do negro em seu grupo social e racial. Assim, para africanos e afro-brasileiros, o período de escravidão deixou sua principal marca na identidade do negro, desconfigurando sua alma e seu corpo. Quando os negros eram capturados como escravos, quanto mais elementos simbólicos eram retirados de seus corpos, crescia a baixa autoestima do negro e os colonizadores conseguiam dominá-los para a comercialização. O primeiro ato dessa desconfiguração era a raspagem do cabelo, o que, para o negro, era sinal de desonra, humilhação e perda de identidade (GOMES, 2006). Quando os negros chegavam ao Novo Mundo, sem o cabelo, sem identidade, eram pessoas anônimas e, desse modo, foram mantidos por décadas. Aos poucos, por intermédio das memórias preservadas por seus povos e a convivência (escravista) com os brancos, os negros passaram a ressignificar as práticas de manipulação do cabelo, tanto com enfeites e cuidados por meio do uso de essências e óleos de origem vegetal e animal quanto com o consumo de alimentos de poder limpante, hidratante e alisante. Hoje algumas técnicas e métodos de cuidado do cabelo cacheado e crespo trazem referências desse período (BYRDS, THARPS, 2001; MUNANGA, GOMES, 2006).

Temas de relevância social na discussão de questões étnico-raciais ainda são pouco debatidos na educação escolar. Mas, através de intervenções de

movimentos sociais no campo da educação pela busca por uma representatividade positiva do negro na sociedade, no Brasil, levada mais especificamente pelo Movimento Negro, é que foram desenvolvidos textos legais como o Parecer CNE nº 1 (BRASIL, 2004) e a Lei nº 9.394/96 que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, por meio da Lei nº 10.639/03 (BRASIL, 2003). Deste modo tornou-se obrigatório o ensino sobre história e cultura Afro-Brasileira e Africana na Educação Básica (BRASIL, 1996).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em pesquisa referente ao período de 2012 a 2016, 54,9% da população se auto declara como preta e parda, no entanto, essa população ainda permanece sub-representada nas escolas brasileiras (IBGE, 2017; 2019). São crianças e adolescentes que passam a conviver diariamente com as diferenças étnicas e a lidar com outros padrões de cultura e estética (GOMES, 2006). Portanto, é importante que o currículo escolar deva ser pensado para atender às classes predominantes na sociedade a fim de auxiliar na construção da identidade social do indivíduo (SILVA, 2011).

Pensando na reconfiguração do currículo a partir de temas de relevância social, embora algumas escolas e professores tenham iniciado discussões sobre questões étnico-raciais, esse assunto tem se alocado em disciplinas da área de ciências humanas e, ainda é pouco difundido nas disciplinas das ciências da natureza como Química, Física e Biologia (GOMES, 2003; VERRANGIA, SILVA, 2010). Essa afirmativa é também corroborada por Jesus, Paixão e Prudêncio (2019) que revelam em um estudo de levantamento bibliográfico de trabalhos submetidos, ao longo de sete edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC), que somente 16 trabalhos de 6.148 submetidos as edições do evento, são referentes ao tema de questões étnico-raciais. Além disso, ainda que temas que envolvam questões étnico-raciais contribuam para os processos de transversalidade emancipatória, a etnia afro-brasileira continua sendo uma cultura negada no currículo escolar. Porém, a presença dessa cultura tem crescido

em razão das “mudanças sociais, os processos hegemônicos e contra hegemônicos de globalização e as tensões políticas em torno do conhecimento e dos seus efeitos sobre a sociedade” (GOMES, 2012, p. 102.). Nesse sentido, descolonizar os currículos, numa perspectiva de manter o diálogo entre o ensino e aprendizagem de conteúdos e a realidade social, para discutir novas relações entre desigualdade, diversidade cultural e conhecimento tem sido um desafio para a educação escolar (GOMES, 2012). Assim sendo, surge a questão: como discutir questões étnico-raciais no ensino de Ciências? Em resposta inicial, Verrangia e Silva (2010) sugerem o uso de temas como corpo (pele e cabelo), evolucionismo, ações afirmativas e evolução da ciência. Diante da variedade de produtos cosméticos étnicos e de técnicas de cuidado com os cabelos cacheados e crespos popularizadas no Brasil nos últimos anos (GOMES, 2006) bem como da necessidade de inserção de discussão sobre questões étnicas no ensino de ciências, este texto tem como objetivo investigar os processos de ensino e aprendizagem por meio do desenvolvimento de uma proposta de reconfiguração curricular com o tema de cuidado de cabelos crespos e cacheados.

Considerando o anteriormente exposto, a proposta de reconfiguração curricular apresentada neste estudo está balizada em três pilares, sendo estes: a escola e o seu currículo, o professor como agente de mudança do currículo e a dinâmica de ressignificação do conhecimento. Com isso objetivamos investigar os processos de ensino e aprendizagem por meio do desenvolvimento de uma proposta de reconfiguração curricular com o tema cuidado de cabelos crespos e cacheados. Pretendemos romper com ideias estereotipadas, promover a compreensão dos limites e possíveis relações entre aspectos científicos e socioculturais implicadas nas formas ou tipos de cabelo.

2. O currículo em relações de saber, poder e identidade

O currículo escolar é comumente entendido como

lista de conteúdos. Na prática das escolas, as disciplinas são lecionadas, separadamente, de forma sistemática e seguindo as sequências indicadas nos livros como se fossem caixas com separadores de conteúdos que só podem ser consultados isoladamente. No entanto, sabemos que esses conteúdos e disciplinas se relacionam entre si e com o mundo exterior, constituindo-se, também, de concepções de conhecimento e relações de poder. Mas, grupos dominantes tendem a definir quais são os conhecimentos válidos a serem ensinados, fazendo com que muitos temas de relevância social sejam diminuídos ou excluídos das discussões escolares (SILVA, 2011). É necessário, portanto, transformar esse conhecimento de modo que seja útil para grupos subalternos, que contribua para a formação de indivíduos críticos e para possibilitar a ascensão e empoderamento dos mesmos (SILVA, 2011; TORRES SANTOMÉ, 2011). Assim, para nós, reconfigurar o currículo é repensar a lista de conteúdos tradicionalmente listados e executados no âmbito escolar ou disciplinar, considerando a discussão de temas e questões atuais de relevância social.

Com a intenção de preconizar um ensino que dialogue com a realidade do estudante, para além da aprendizagem de conteúdos (MASSENA, 2015), é que se estabelece a proposta de reconfiguração curricular em um Grupo de Pesquisa. Consideramos que a escolha de temas de relevância social, as atividades a realizar em sala de aula e o que avaliar também são determinados por relações de poder dentro e fora da escola (SILVA, 2011; APPLE, 2017), como apontam algumas propostas de reconfiguração curricular já desenvolvidas em contextos diferenciados, que empregam temas de relevância para as escolas e comunidades.

A exemplo disso, (BOMFIM; MASSENA, 2019) desenvolveu uma proposta curricular com o objetivo de investigar os processos de ensino e aprendizagem de conteúdos de química orgânica pelos estudantes por meio da discussão do tema Automedicação, afim de divulgar os riscos dessa prática. Com o intuito de incentivar a construção do ser social dos estudantes participantes, Freire (2017) desenvolveu a proposta

de título “A água do Rio Almada”, no fomento do debate acerca da poluição da água do rio, discutindo conteúdos de Ciências da Natureza. No formato de curso de formação para professores de escolas multisseriadas, Almeida (2017) atuou no contexto de Educação do Campo na discussão do gerenciamento do lixo na zona rural, uma problemática vivida no município em questão. Silva (2019), por sua vez, discutiu sobre soberania alimentar, tema este apontado pelos professores do Centro Integrado de um Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), em que foi desenvolvido o estudo.

Pensando na relevância desses temas para os grupos de estudantes e professores com os quais trabalhamos, encontramos uma relação entre o saber e o poder. Essa relação, portanto, não é automática nem diretamente proporcional. Saber e poder envolvem reconhecer os problemas enfrentados por sua comunidade, conhecer como tratá-los (saber) e ter a oportunidade de modificá-los (poder), no sentido de que “o currículo, como corporificação de saber, está estreitamente vinculado ao poder” (SILVA, 2011, p. 191).

Parafraseando Silva (2011), uma das funções do currículo é instruir os sujeitos para a construção de uma identidade por meio dos conhecimentos, atitudes e valores adequados, portanto, os discursos produzidos no currículo constituem o indivíduo. No entanto, por décadas, a identidade do negro foi desconfigurada fazendo com que o padrão de beleza do branco europeu fosse elevado em detrimento de outros. Além disso, por vezes, a escola e livros didáticos reproduzem uma identidade negativa do negro, criada pelo branco, voltada para a escravização e subalternização (GOMES, 2006). Portanto, deve ficar claro qual ideia de identidade desejamos construir.

Para Munanga (2012, p. 5), a definição de identidade circula entre dois conceitos: identidade objetiva e identidade subjetiva. O autor explica que “a identidade objetiva apresentada através das características culturais, linguísticas e outras descritas pelos estudiosos muitas vezes é confundida com a identidade subjetiva, que é a maneira como o próprio grupo

se define e ou é definido pelos grupos vizinhos”. Nesse sentido, a identidade racial é construída por um processo político em que o negro se vê negro no encontro da diferenciação entre o “nós” e o “eles” (MUNANGA, GOMES, 2006; MUNANGA, 2012; SILVA, 2011). Assim sendo, o fator biológico pouco interfere se o indivíduo está sob ideologias de branqueamento.

Woodward (2013) aponta para um contexto de reestruturações globais das identidades nacionais e étnicas além da emergência dos novos movimentos sociais, os quais estão preocupados com a reafirmação das identidades pessoais. As diversas lutas no sentido do reconhecimento da população negra no Brasil não são recentes (IPEA, 2011). Mas, somente desde 2003, o ensino da história da cultura africana e afro-brasileira foi tornado obrigatório afim de que as contribuições da população negra passassem a ser reconhecidas pelo governo brasileiro e fizessem parte da formação básica dos conhecimentos ensinados (BRASIL, 2003).

Corroboramos com as ideias de Gomes (2012) ao apontar que esse processo está direcionado a repensar a escola, o currículo e a formação de professores, de forma que se descentralize o poder das classes dominantes e que se procure a emancipação dos estudantes indo no sentido inverso ao eurocentrismo. Assim, para direcionar as relações de poder que constituem o currículo escolar à construção da identidade positiva do negro, é possível reconstruir o conhecimento da elite acrescentando ao currículo um caráter político e histórico em favor de ações progressistas para gerir possibilidades reais de alcançar um conhecimento produtivo, intelectual e socialmente relevante (SILVA, 2011; APPLE, 2017).

2.1 O Professor de Ciências como agente de reconstrução do currículo

Giroux (1995) já previa a impossibilidade de ignorar as questões do multiculturalismo, raça, identidade, poder, conhecimento na escola no século XXI, pois essas questões dão significado ao ensino e à escola. No entanto, ainda hoje, a formação inicial de professores de ciências preza pelo conteudismo e

se mostra inerte no que diz respeito à promoção de debates e pesquisas sobre a abordagem de questões étnico-raciais nas escolas (GOMES, 2002; 2003; VERRANGIA, SILVA, 2010).

Superar tal estado de inércia tem sido uma tarefa difícil para os professores que não tiveram uma formação acadêmica adequada. No entanto, defendemos que o professor, como humano que é, está em contínuo desenvolvimento de suas habilidades e saberes a partir de suas relações com estudantes e com outros professores, no dia-a-dia da escola, em cursos de formação ou em ambientes não escolares. A correta orientação desses profissionais pode direcionar ao resgate da identidade não só do negro, mas de uma identidade nacional constituída por meio da diferença (MUNANGA, 2004). É válido salientar que, com a finalidade de superar as dificuldades quanto a inserção e discussão de temas sociais, é necessário que os professores se agrupem em ambientes de formação, em comunidades de professores e em movimentos sociais que promovam a justiça social e lhes permitam discutir o papel político/ideológico do professor e da ciência (COCHRAN SMITH, LITTLE, 1999; GOMES, 2006; TORRES, SOLBES, 2014; APPLE, 2017).

Considerando os aspectos mencionados anteriormente, é importante que o professor assuma certo protagonismo em sua profissão. Para isso, Apple (2017) aponta tarefas que o professor pode desenvolver a fim de se manter como um analista crítico e democrático da educação, entre elas, buscar “espaços de possibilidade onde políticas e práticas criticamente democráticas podem ser implementadas com sucesso e agir como secretários críticos das realidades atuais dessas possibilidades, enquanto o povo constrói as políticas e práticas mais progressistas no mundo real” (APPLE, 2017, p. 901). Desenvolver tais habilidades também envolve comprometimento em ampliá-las.

2.2 *Entrelaçando questões étnicas aos conteúdos de ciências*

Tema latente em nossa sociedade, a diligência da reafirmação da identidade étnica do negro

confronta-se com a supervalorização étnico-racial europeia existente no Brasil. Essa última diminui e exclui tradições africanas, ainda sendo essa uma das culturas embrionárias deste país, além de endossar a subalternização do negro (GOMES, 2012; APPLE, 2014). Evidências apontam que a população preta e parda brasileira tem crescido nos últimos anos. Um dos fatores deste crescimento é a reafirmação identitária desses indivíduos que passam a se reconhecer como negros pertencentes a grupos de cor (IPEA, 2011).

A reafirmação de identidade pode ser desenvolvida de diversas maneiras e o cuidado com os cabelos é uma delas. Isso envolve práticas como lavar, hidratar e pentear. Diferente dos tratamentos que causam maiores impactos na estética como a tintura e relaxamento dos fios, o cuidado diário dos cabelos é uma atividade íntima e a escolha dos produtos utilizados, muitas vezes, não é tão estudada.

Segundo Oliveira et. al (2014), o cabelo possui folículo pilossebáceo que origina o pelo e o sebo e é constituído, principalmente, por cutícula e córtex. Os fatores biológicos de hereditariedade determinam a forma física do cabelo (cacheado, crespo ou liso) e esta, por sua vez, influencia na produção química dos constituintes do fio sem que a sua composição seja alterada. Os cabelos de caucasianos e africanos podem ter variações desde o formato elíptico até uma secção transversal achatada e fina, o que interfere no crescimento e hidratação por oleosidade natural dependendo do tipo e formato do fio. Por isso, os cuidados para cada tipo de cabelo devem ser diferenciados.

Quando lavamos o cabelo com shampoo desejamos ver muita espuma, pois a presença desta dá uma sensação de limpeza. Para isso, os shampoos comerciais têm componentes com função tensoativa em excesso, como os surfactantes. Esses têm estrutura capaz de formar micelas nas condições ideais de Concentração Micelar Crítica (CMC), mas formam bolhas e espuma quando estão acima da CMC (KARIMI et. al., 2008), causando frizz nos fios. Os condicionadores, cremes de pentear e outros produtos utilizados pós-lavagem têm em sua

composição petrolatos e silicones insolúveis em água que encapam os fios dando a falsa sensação de brilho e maciez. Nos cabelos cacheados e crespos, isso implica em fios sem saúde.

Para cuidado e saúde dos fios, os cabelos cacheados e crespos necessitam de maior hidratação externa e períodos mais longos entre as lavagens com shampoo. Nas popularizadas técnicas No poo e Low poo, a principal restrição é utilizar somente produtos que não contenham tensoativos nem silicones insolúveis. Essa restrição está, de algum modo, vinculada ao consumo de produtos, em sua maioria, muito caros. Embora entendamos que a apropriação e o cuidado com os cabelos é parte da construção da identidade, estamos cientes sobre a campanha de massificação das indústrias cosméticas por meio da elevada produção e propagação de produtos cosméticos, o que tem favorecido o consumismo mascarado por meio da apropriação cultural negra (bell hooks, 1992; BYRDS, THARPS, 2001). É válido destacar que essas técnicas passaram a estar vinculadas à utilização de alimentos e produtos caseiros para o tratamento dos fios, tais como óleos e manteiga de sementes, bicarbonato, vinagre, essências de paus e flores, o que pode substituir produtos comercializados do mesmo modo como os africanos e os afro-brasileiros costumavam cuidar dos cabelos (BYRDS, THARPS, 2001).

3. Encaminhamentos da Proposta de Reconfiguração Curricular

Para o desenvolvimento da presente proposta de reconfiguração curricular, trabalhamos dentro de uma comunidade de elaboração. Esta experiência contou com a participação de uma professora da Educação Básica, estudantes da escola parceira, a primeira autora deste texto (licencianda no momento da pesquisa), uma professora universitária (também co-autora deste texto), além da colaboração do Grupo de Pesquisa em Currículo e Formação de Professores em Ensino em Ciências (GPeCFEC). Essa pesquisa foi realizada atendendo aos preceitos éticos (CAAE: 61291516.0.0000.5526).

Os integrantes dessa comunidade foram reunidos

em quatro diferentes etapas da criação da proposta, a saber:

1. Licencianda e professora universitária se reuniram para identificar o espaço de ação possível (APPLE, 2017). Concordamos em realizar a pesquisa no curso técnico de biocombustíveis de uma escola pública de modalidade técnica, o Centro Estadual de Educação Profissional em Gestão e Tecnologia da Informação Álvaro Melo Vieira (CEEPAMEV), localizada em Ilhéus, no interior do Nordeste. Essa é uma escola parceira que recebe licenciandos de Química de disciplinas de Estágio Supervisionado da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Em 2016, no período da realização da pesquisa, a licencianda estava realizando o estágio na escola como parte das disciplinas de Estágio Supervisionado em Química III e IV. Nessa ocasião, já sabíamos quais conteúdos a professora da Educação Básica iria trabalhar durante o ano letivo, portanto, também pensamos em possíveis temas para a proposta.
2. Licencianda, professora da Educação Básica e estudantes da escola se reuniram afim de identificar um tema de interesse comum para os sujeitos da escola. Sob a justificativa de que muitos estudantes da escola estavam assumindo seus cabelos crespos e cacheados, aderindo às técnicas de origem étnica para seu cuidado e alguns realizando pesquisas sobre cosméticos étnicos, além da inclinação da autora deste artigo ao tema de cabelos, foi, então, decidido o tema “Cuidado de cabelos crespos e cacheados”. Para a construção e reconstrução da proposta foram realizados outros dois encontros.
3. Licencianda, professora da Educação Básica e professora universitária. Nesse encontro, conversamos sobre a possibilidade de desenvolvermos o tema “Cuidado de cabelos crespos e cacheados”. A professora da Educação Básica se mostrou preocupada com a lista de conteúdos que deveria ser cumprida e solicitou que o conteúdo de ligações químicas fosse trabalhado. Assim, ao desenvolvermos a proposta, o currículo da disciplina de Química foi considerado, mas, reorganizamos a lista de conteúdos para que conseguíssemos trabalhar conceitos de Física e Biologia para discutir o tema escolhido.

4. Após a construção da proposta, reunimo-nos com o grupo de pesquisa para receber contribuições e finalizar a proposta.

Preocupados em desenvolver a função pedagógica e conceitual dessa proposta, buscamos dialogar o tema em consonância ao ensino de conteúdos de Ciências. Para isso, elaboramos vinte aulas reagrupadas em seis momentos. Em cada um desses momentos, foram desenvolvidas as três etapas sugeridas por Auth (2012), as quais são: 1) Problematização, 2) Primeira elaboração e 3) Função da elaboração (MALDANER, 2007; GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012). Nessas etapas, é importante que o tema selecionado esteja entrelaçado com os conteúdos e conceitos científicos de modo que sejam correspondentes um do outro, assim é possível que o estudante avance na compreensão da realidade de seu contexto, sendo capaz de se posicionar, tomar decisões e modificá-lo a partir dos conhecimentos adquiridos (RUÍZ, 2018).

Desenvolvemos a etapa de problematização em três aspectos: 1) Apresentação de situações reais que explicitam a realidade social e os problemas do contexto dos indivíduos. Tais situações devem ser conhecidas e vivenciadas pelos estudantes, assim o professor pode desafiar o estudante a expor o que entende sobre determinada situação; 2) Levantamento de questionamento para identificação do conhecimento prévio do estudante, tanto sobre os problemas sociais quanto sobre os conteúdos envolvidos no tema. Se o estudante tem algum entendimento sobre a situação é importante que o professor considere esse conhecimento embora ele seja baseado no senso comum; 3) Introduzir conceitos e conteúdos científicos centrais para a discussão do tema, pois o senso comum é ponto de partida para chegar em um conhecimento crítico e científico da realidade (VIGOTSKY, 2001; GEHLEN, MALDANER, DELIZOICOV, 2012; TORRES, SOLBES, 2014).

Na primeira elaboração, os estudantes são direcionados a aprofundar seus conhecimentos sobre o tema estudado em que os conhecimentos científicos se tornam necessários para explicar e questionar a realidade. Assim, o estudante avança no conhecimento científico ainda que não se desvincule totalmente

do senso comum. Nessa etapa, é papel do professor gerir atividades que permitam que o estudante tenha contato e se utilize do conhecimento científico. O estudante, portanto, inicia o processo de questionamento da realidade, busca novos conhecimentos que expliquem a situação estudada, contato com novos signos de linguagem (VYGOTSKY, 2001; MALDANER, 2007).

Na função da elaboração, esperamos que o estudante tenha clareza dos problemas do seu contexto que foram discutidos e domínio científico suficiente para questionar, contrapor e resolver as situações tratadas na proposta ou outras não abordadas pelo professor, mas identificadas pelo estudante. Nesse sentido, o estudante passa a utilizar novas palavras e conceitos para falar da situação anteriormente conhecida, de modo que seu discurso alcance o plano da linguagem (VYGOTSKY, 2001). Parafraseando Vygotsky (2001), o crescimento intelectual do estudante aponta para o domínio dos meios sociais de pensamento.

A proposta “Cuidado de cabelos crespos e cacheados” foi elaborada para permitir a aproximação do estudante às três etapas supramencionadas em cada um dos momentos, no intuito de que houvesse um avanço, tanto no que se refere à compreensão dos participantes, quanto aos conceitos científicos e informações ou à situação estudada. Nisso, apresentamos, no Quadro 1, a seguir, uma síntese da proposta realizada.

Afim de alcançar o objetivo de investigar os processos de ensino e aprendizagem por meio do desenvolvimento da proposta de reconfiguração curricular apresentada no quadro 1, o estudo aqui apresentado tem caráter qualitativo, pois as observações ocorreram por meio do pesquisador em contato direto com os participantes da pesquisa, considerando os dados que emergiram em todo o processo da pesquisa e não somente os resultados prévios (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A proposta apresentada neste texto foi realizada na turma de 1º ano do curso técnico de Biocombustíveis, do turno matutino, de uma escola pública do interior do Nordeste. Estavam matriculados nessa turma trinta e dois estudantes (32), mas nem todos

	Nº de aulas	Desenvolvimento	Conteúdos de ciências
I-Momento	2	Qual é o tipo do seu cabelo? Afim de obter informações dos estudantes sobre o seu próprio cabelo e sobre como estes o identificavam, foram expostas algumas fotos de tipos de cabelos diferentes tais como liso, cacheado, crespo. Outra sequência de fotos com os subtipos de cabelos foi exposta, a fim de que o aluno identificasse se o seu cabelo era 1, liso; 2a, 2b, 2c, 3a, 3b, 3c, cacheado; 4a, 4b ou 4c, crespo. Durante esse momento, não houve nenhum tipo de discussão sobre as imagens para que os estudantes não fossem influenciados em suas respostas no questionário	Fator mola
	1	Eu sou "cacheado (a)", mas de que tipo? Os estudantes responderam a um questionário individualmente de cinco perguntas em que cada um identificava seu tipo e subtipo de cabelo, indicava o tipo de cabelo que considerava mais bonito e que tipo de cabelo gostaria de ter. Logo após, foi feita uma roda de conversa para que discutissem aspectos sociais e históricos referentes a aceitação social do cabelo cacheado e crespo, e o papel do cabelo liso na história do mercado cosmético.	Fator mola
II-Momento	2	Low poo e No poo, o que é isso? Foram realizadas aulas explicativas sobre as técnicas de No poo e Low poo, tendo como tema a composição química dos shampoos que podem ser utilizados nas técnicas.	Micelas
	2	Qual é a composição do shampoo que eu uso? Foram analisadas embalagens e rótulos de produtos cosméticos, a fim de caracterizá-los através de sua composição química. Os estudantes anotaram em seus cadernos os compostos que consideraram os mais importantes conforme a frequência que apareceram nos rótulos dos produtos analisados. Em seguida, foi feita uma comparação da composição química dos produtos e foi mostrado aos estudantes algumas tabelas de sulfatos e petrolatos proibidos na utilização das técnicas em estudo. Foi solicitado, também, aos estudantes que pesquisassem individualmente sobre estes compostos.	Sais de sulfato Petrolatos
III-Momento	3	Tem Química no meu cabelo... isso é bom? Os estudantes socializaram suas pesquisas e, após, por meio de uma aula explicativa, foram expostos quais os tipos de ligações e interações químicas presentes nos fios de cabelos, e como os produtos de cosméticos atuam. Com um enfoque ainda sobre os surfactantes, as técnicas da No e Low poo foram explicadas mais profundamente. Após a discussão, foi solicitado que os estudantes produzissem um relato sobre o que entenderam acerca dessas técnicas e qual a posição crítica deles sobre a utilização das mesmas.	Proteínas Estrutura orgânica dos compostos Interações
IV-Momento	2	As Ciências respondem questões relacionadas ao cabelo? Neste momento, uma aula dialogada promoveu o levantamento de discussões sobre questões corriqueiras relacionadas aos fios de cabelo, sendo estas respondidas por meio de conhecimentos da Química, Física e Biologia. Foram levantadas questões como: "O que faz o cabelo ser liso ou cacheado?", "Por que temos frizz nos fios de cabelo?", "Por que não precisamos de pentes para pentear os cabelos?", "O que comemos influencia no crescimento e na saúde dos fios de cabelo?"	Ligações químicas Ligações iônicas
V-Momento	5	Eu posso fazer um shampoo? Realizamos um experimento de produção de um shampoo caseiro que pode ser utilizado por pessoas que aderem às técnicas de No e Low poo. Após a realização da aula prática, houve uma discussão sobre a função de cada composto usado no shampoo e os estudantes elaboraram um relatório técnico sobre o experimento.	Técnicas de laboratório
VI-Momento	2	Considerações finais Para a finalização da proposta, foi solicitado que os alunos relatassem suas experiências durante a mesma em forma de um texto.	-

foram regulares na participação da pesquisa e frequentaram as aulas.

Devido a extensão da proposta e a quantidade de atividades realizadas em sala de aula, apresentamos neste texto parte dos resultados do corpus dos dados, gerados a partir do diário de estágio para identificar os resultados que emergiram da roda de conversa, um questionário estruturado com duas perguntas fechadas e três perguntas abertas, e duas produções textuais, os quais podem ser localizados no Quadro 1, nos momentos I, III e VI.

Os dados provenientes do questionário e das produções textuais foram analisados sob a luz da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES, GALIAZZI, 2013), considerando as três etapas, a saber: A Unitarização do corpus de análise, em que as respostas ao questionário e às produções textuais foram desintegradas em unidades de sentido, as quais, posteriormente, no processo de Categorização foram organizadas e reorganizadas em categorias de sentidos próximos. Durante cada etapa, redigimos, de maneira descritiva e interpretativa, os trechos selecionados e as categorias encontradas. Finalmente, na Construção do Metatexto discutimos as unidades de sentido categorizadas de modo argumentativo por meio de referenciais teóricos.

Nesta pesquisa, três categorias emergentes foram identificadas, são elas: a) O processo de rejeição/aceitação da identidade por meio do cabelo, b) Níveis de compreensão do conteúdo, e c) O problema do consumo em detrimento da reafirmação da identidade. Todas elas serão apresentadas e discutidas a seguir.

3.1 O processo de rejeição/aceitação da identidade por meio do cabelo

A definição da identidade do indivíduo caminha em processos de reconhecimento e distinção de grupos entre quem faz parte do “nós” e “eles” (SILVA, 2011; MUNANGA, 2012). Portanto, a construção da identidade racial está sujeita a processos de rejeição/aceitação em sua objetividade e subjetividade dos signos de identidade que envolvem questões de como o próprio indivíduo se enxerga e como o

outro enxerga esse indivíduo, (MUNANGA, 2012); processos esses associados ao reconhecimento e auto reconhecimento. Nesse sentido, além do processo de rejeição/aceitação de seus valores, crenças religiosas, corpo e outros signos que propiciam a construção da identidade, o conflito se configura como “uma tensão, de um sentimento ambíguo que ao mesmo tempo que rejeita também aceita esse mesmo corpo, esse mesmo cabelo, essa mesma cultura” (GOMES, 2006, p. 141).

Nesse conflito da rejeição/aceitação sobre o tipo de cabelo que gostam ou que gostariam de ter, os estudantes relataram:

Queria ter o meu mesmo, bem cacheado. (A24)

[...] sou satisfeita com o cabelo que tenho e não mudaria nada nele (A13)

[...]o que eu gosto é o meu. (A4)

Compreendemos que os relatos desses estudantes estão direcionados ao autorreconhecimento e, até mesmo, a reafirmação da identidade por meio do cabelo e estão mais inclinados à aceitação do que à rejeição de sua identidade. Segundo Gomes (2006), essa aceitação vem acompanhada de um certo reconhecimento. Para a autora, o reconhecimento está subjugado ao “sentimento de existência”, do ser visto, aprovado pelo outro e por si mesmo. Nisso, a manipulação do cabelo pode ser configurada, também, na dualidade rejeição/aceitação, porque o menear desse símbolo pode estar associado ao distanciamento ou aproximação do grupo social pelo qual pretende ser reconhecido. Assim, sobre a pergunta “de que tipo de cabelo gosta” e “qual tipo gostaria de ter”, outros estudantes responderam: Liso, porque combina mais comigo. (A10)

O corte de cabelo social, porque combina comigo. (A23)

Qualquer um que me agrade. (A14)

Os estudantes A10 e A23 apontam, em suas falas, a forma e o penteado que “combinam” com eles. Embora pareça ser mesmo simples assim, novamente debatemos com Gomes (2006) que a manipulação do cabelo importa porque, mesmo consciente ou inconscientemente, o indivíduo espera o reconhecimento do outro ou mesmo o autorreconhecimento,

como parece ser o caso da estudante A14. Isso porque, por meio da manipulação do cabelo, o indivíduo acredita aproximar-se da posição social desejada. Pensando nos estudantes participantes desta pesquisa, jovens com idades entre 15 a 21 anos, as manipulações de alisamento de cabelo cacheado ou corte social podem demonstrar alinhamento e educação suficiente para conseguir emprego, como bem apontado por eles na roda de conversa, ou a constante mudança de penteado apresentar insatisfação e rebeldia para ser reconhecido.

Assim, Munanga (2004) aponta que a afirmação da identidade está vinculada ao compromisso político de carregar no seu corpo símbolos diacríticos que expressarão, ou não, a valorização do seu pertencimento étnico/racial nos diversos ambientes de circulação, como escola e trabalho. Então, para que o indivíduo se aproxime de uma identidade mais consolidada deve se diferenciar do outro (SILVA, 2011). Sobre as mesmas perguntas, no sentido de reafirmar sua identidade negra, o estudante A17 responde:

O meu crespo mesmo tá bom. Crespo black que descreve a parte negra da minha raça. (A17)

E a estudante A15 responde:

O loiro liso, porque é o tipo que eu acho mais bonito e é o que eu gostaria de ter. Cabelo liso até a bunda e loiro. (A15)

Devo dizer que essa foi a única estudante da turma com as características de pele branca, olhos verdes, cabelo loiro, liso e longo, segundo ela “Liso na raiz e ondulado do meio até as pontas” (A15). Mas, tanto para o negro quanto para o branco, “pertencer ou não a um segmento étnico-racial faz muita diferença nas relações estabelecidas entre os sujeitos da escola” (Gomes, 2006, p. 212). No início da implementação da proposta, essa estudante questionou acerca do porquê que as técnicas que estávamos estudando somente se aplicavam a cuidado de cabelos crespos e cacheados e por que não a cabelos lisos também. Foi dito a ela que as técnicas poderiam ser utilizadas por pessoas de todos os tipos de cabelo, mas, no momento, estávamos tratando de uma questão mais ampla que eram as questões raciais implícitas

nessas técnicas.

Percebemos, no relato da estudante A15, que seu questionamento aponta para uma atitude individualista de “Chega de falar de você, vamos falar de mim”. Já o estudante A17 fala de sua negritude e do seu cabelo como signo de representação da sua etnia racial. Em vista disso, Apple (2001) menciona a necessidade de tornar a individualidade estranha e questionável quando ensinamos sobre processo da identidade do negro com compromisso político, cultural e pedagógico. Cremos que o desafio do professor se constitui no rompimento de um currículo que reproduz a sociedade em suas desigualdades e preconceitos, mas, para isso, é necessário compreender a diversidade cultural e étnica presente nas escolas, principalmente em escolas públicas, além de se engajar para aprender, discutir, relacionar e tratar questões étnico-raciais em sala de aula (GOMES, SILVA, 2002).

3.2 Reafirmação da identidade racial em detrimento da indústria da beleza
Quando analisamos os dados, identificamos que, do total de trinta e dois estudantes, vinte e um responderam ao questionário, sendo que treze mencionaram que gostariam de ter cabelo cacheado. Ademais, estudantes de cabelo crespo e liso disseram que gostariam de ter cabelo cacheado e atribuem a esse tipo de cabelo a mesma noção de beleza como pode ser conferido nos relatos a seguir.

O ruivo cacheado, porque a cor do cabelo é raro e cacheado, fica mais bonito. (A1)

O cacheado, pois ele tem volume que se destaca entre as multidões. Com um simples passar de mão os seus cabelos já ficam com estilo. Pois os cabelos cacheados têm volume. São lindos. Chama atenção por seu volume nos cabelos. (A6)

O cabelo longo e cacheado, porque é chamativo. (A9)

Os crespos e os cacheados, pois tem mais vida e ainda chamam a atenção. [...] acho os cacheados mais bonitinhos. (A11)

Cacheado. Tipo de cabelo que mais me atrai. (A14)

O cabelo cacheado pequeno. Gostei. É um modelo incrível [...] eu acho bonito. (A21)

Como observado nas respostas de alguns estudantes,

os cabelos cacheados são acompanhados de adjetivos como “bonitinhos” e “estilosos”, e “chama a atenção”. Esses relatos estão carregados de razões dualistas. Ocorre que estamos vivendo em um período em que o mercado e a mídia têm investido na promoção de cabelos cacheados “definidos” e “anelados” (GOMES, 2006).

O ato de muitas pessoas assumirem os cabelos em sua forma natural desencadeou para empresas uma baixa no consumo de produtos para cabelos lisos. Mas isso foi por pouco tempo, pois rapidamente a indústria da beleza mudou e passou a produzir produtos especializados para o cuidado de cabelos cacheados e crespos. As propagandas, nos meios de comunicação, criavam a contraditória necessidade de deixar os cabelos naturais com esses produtos e houve um aumento gigante de blogueiras influencers testando esses produtos (BYRDS, THARPS, 2001; GOMES, 2006).

Giroux (1995, p. 90) aponta que o papel da cultura da mídia “é central para compreender como a dinâmica do poder, do privilégio e do desejo social estrutura a vida cotidiana de uma sociedade”. Apesar dessa afirmação ter 30 anos, esse autor também aponta que é necessário ser crítico sobre a “relação entre conhecimento e autoridade e dos contextos históricos e sociais que deliberadamente moldam a compreensão que os estudantes têm de representações do passado, do presente e do futuro”.

O relato de A1 aponta para o problema do consumismo de pessoas que aderem a técnicas como No poo e Low poo:

Na minha opinião, algumas pessoas usam essa técnica das fábricas porque as fábricas fazem produtos para não pararmos de consumir (A1).

Embora essa iniciativa auxilie no processo de reconhecimento e ressignificação da identidade de algumas pessoas, o desencadeamento pode tomar proporções contrárias aos objetivos iniciais de empoderamento e ressignificação da identidade racial. Ressignificar a identidade por meio da diferença entre negro e branco, nesse caso, ao invés de trabalhar em função da construção de uma identidade étnica, passa a ser o estímulo ao consumo, o qual

favorece uma construção ideológica racista sobre o apelo da naturalidade do corpo negro, que manipula e inverte a postura política intrínseca na identidade racial (bell hooks, 1992; BYRDS, THARPS, 2001; GOMES, 2006).

Munanga (2012) expressa que parte da identidade é formada por agentes externos. Assim, a percepção do outro pode interferir no processo de identificação, podendo ser esta positiva, aproximando o indivíduo da reafirmação de sua identidade, ou negativa, afastando o indivíduo de sua própria identidade, pois, ao passo em que uma imagem limitada torna-se padrão em um grupo ou na sociedade, passa-se a depreciar e deformar outras imagens. O tipo de cabelo liso ainda tem associações positivas como bem responde o estudante A6:

Os cabelos lisos, pois eles têm um brilho especial. Eles mostram uma forma de organização, que mostra muita beleza. (A6)

No entanto, os cabelos crespos ainda são associados a símbolos depreciativos, como o estudante A12, em sua resposta, informa que gostou do cabelo crespo em uma das fotos expostas no momento I. Ele diz, Gostei daquela da mulher com cabelo de bucha. (A12)

Gomes (2006 p. 211) lembra que os apelidos utilizados para expressar o tipo de cabelo do negro são comumente pautados em símbolos de inferioridade, associados à artificialidade (esponja de bombril) ou elementos da natureza (ninho de passarinhos, teia de aranha enegrecida pela fuligem), nesse caso apontado pelo estudante A12 como bucha.

Sobre isso, Verrangia e Silva (2010) ressaltam que é preciso analisar as aparências do racismo na ciência e, assim, em nosso próprio ato de ensinar, pensar tais discussões pode possibilitar ao professor se encontrar como este ser situado histórica e politicamente e agente de mudança do currículo escolar para discutir temas de relevância social, bem como questões étnico-raciais.

3.2 Níveis de compreensão do conteúdo

Além dos aspectos que discutimos sobre as questões étnicas, consideramos relevante analisar como se

deu o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes sobre um dos conteúdos trabalhados durante a proposta curricular, a fim de identificar como o conteúdo foi compreendido e como os conceitos foram construídos pelos estudantes. Dessa maneira, no Momento II da proposta, foram realizadas aulas explicativas sobre as técnicas de No poo e Low poo em que se trabalhou a composição química dos shampoos, tipos de ligações e interações químicas presentes nos fios de cabelos, e a ação dos produtos de cosméticos. Logo após, os estudantes produziram um relato sobre o que eles entenderam sobre o processo de lavagem dos cabelos com shampoos comerciais.

Considerando que a turma era composta por trinta e dois estudantes, somente vinte e sete destes fizeram as produções textuais. Na análise desses textos, percebemos que diferentes níveis de compreensão foram expressos na escrita dos estudantes.

Para Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012, p. 13), quando o estudante passa a se utilizar dos conceitos para explicar situações reais, isso indica “a identificação e o emprego da conceituação científica envolvida”. Vygotsky (2001) menciona que a linguagem anuncia a compreensão do indivíduo sob determinado objeto, e a comunicação está baseada no intento de anunciar ideias e experiências do que foi compreendido. Assim, cremos que novos níveis de entendimento devem ser alcançados ao passo que o estudante tem mais contato com o conceito. Além disso, ao alcançar níveis mais avançados de compreensão, os estudantes podem desenvolver a capacidade de conceituar a situação de novas formas e demonstrar outras competências para utilizar metodologias, técnicas, instrumentos e objetos. Em razão disso, emergiu a categoria Níveis de compreensão. Sobre o tema de cuidado de cabelos cacheados e crespos, utilizamos algumas palavras representativas do conceito como tensoativos, micelas, hidrofílica e hidrofóbica. Tais palavras aparecem nos textos produzidos pelos estudantes segundo as suas compreensões dos conceitos estudados, como nos relatos dos estudantes A7 e A4 a seguir.

Cauda hidrofóbica, elas são ligações de substâncias.

Nessas ligações formam cadeias chamadas de cabeça hidrofílica. Nessas cadeias tem substâncias como oxigênio, óxido de enxofre. (A7)

O processo de limpeza no cabelo acontece por causa da micela com o auxílio do shampoo. Isso acontece porque a cabeça hidrofílica gosta de água e a cauda não gosta, logo assim todas as sujeiras que estão no couro cabeludo e nos fios grudam na cauda e é dissolvido pois assim como a cauda a sujeira também é apolar. A espuma acontece quando os tensoativos não entram em contato com a água. (A4) No relato do estudante A7, há a descrição do processo de lavagem do cabelo, utilizando-se de palavras que não explicam o conceito para falar sobre os tensoativos e suas funções. O estudante A4 apresenta noção dos conceitos científicos corretamente, no entanto, ainda não alcança a explicação para algumas especificidades como qual o caráter das partículas que podem ser capturadas pela cauda hidrofóbica, pois, parte da micela pode capturar a gordura, a parte hidrofóbica, enquanto a ponta hidrofílica pode capturar íons metálicos presentes na água. Assim, a linguagem empregada não apresenta na explicação uma compreensão obtida do conceito. Portanto, o aluno não apresenta suas compreensões do tema com clareza, fazendo uma confusão entre as palavras e conceitos. Nisso, evidenciamos que, para o indivíduo, os conceitos só terão significado à medida que as situações vão sendo repetidamente estudadas e analisadas (MALDANER, ZANON, 2006).

Nesse trecho, é possível perceber a construção de aprendizagem trazida pelas estudantes A10, A3 e A4 quando explicam a função do shampoo, utilizando-se do conhecimento científico adquirido. Seguem, abaixo, alguns relatos:

O xampu comercial é indicado especialmente para cabelos lisos porque suja mais rápido e é muito oleoso. O cabelo cacheado demora mais para ser hidratado por conta das curvas ou seja, os cachos. No xampu comercial, contêm tensoativos, ou seja, é uma cauda hidrofóbica e ponta hidrofílica que quando entra em contato com a água forma as micelas, e elas limpam todo o cabelo. A espuma não

limpa o cabelo porque não formam micelas. (A10) O shampoo contém tensoativos que formam as micelas (formadas por moléculas hidrofóbicas). São essas moléculas de micelas que vão remover a sujeira do couro cabeludo. Têm forma de globo, com uma “cabeça” polar e uma cauda apolar. (A3)

Quando um conhecimento passa a ser significativo para o indivíduo e alcança uma estrutura consistente, é possível que haja a ampliação de consciência sobre a situação estudada e da vida (MALDANER; ZANON, 2006). Para Vygotsky (2001, p. 13), “a comunicação pressupõe necessariamente generalização e desenvolvimento do significado da palavra, ou seja, a generalização se torna possível se há desenvolvimento da comunicação”. A apropriação das palavras que expressam os conceitos possibilita o domínio dos primeiros significados, o que não implica dizer que o mero uso da palavra indica a total compreensão do conceito, mas que um caminho para a compreensão e significação do conceito esteja começando a ser consolidados (VIGOTSKY, 2001; MALDANER, 2007).

4. À guisa de conclusão

Milenarmente, o cabelo é utilizado como um forte signo identitário, principalmente para as tribos africanas, pois, essas diversas identidades foram reduzidas e subestimadas por vários anos de escravidão, não só do corpo, mas, também, da alma (GOMES, 2006). Hoje, após diversas lutas de movimentos sociais, é possível discutirmos temas como questões étnico-raciais para a resignificação da identidade racial do negro nas escolas.

A legislação, no entanto, somente pode ser propulsora da realidade, mas o professor pode ser um agente dessa mudança se ele se propõe a reconfigurar um currículo conteudista e centralizado no branco europeu para pensar a história a partir do olhar de outros povos. É válido salientar que uma das funções do currículo é direcionar o indivíduo a uma identidade, produzindo, também, relações de poder (SILVA, 2011). Portanto, discutir questões étnico-raciais em aulas de ciências, pode possibilitar

não só repensar a estrutura do currículo, mas influenciar nas relações de poder dentro e fora da escola. Neste artigo buscamos contextualizar a integração entre as ciências em um contexto real, e objetivamos investigar os processos de ensino e aprendizagem por meio do desenvolvimento de uma proposta de reconfiguração curricular com o tema cuidado de cabelos crespos e cacheados.

Nisso, segundo os dados, a aceitação da identidade racial negra aparece entre os estudantes por meio dos cabelos cacheados, pois mais da metade deles tem esse tipo de cabelo e apontam o desejo em tê-lo natural. Também, entendemos que esse processo de resignificação da identidade está associado ao autorreconhecimento do indivíduo e às relações externas do indivíduo com outros grupos e pessoas diferentes. No entanto, identificamos, também, o problema do consumismo que se instala no processo de resignificação da identidade racial negra, que corrompe o caráter político na estética do negro. Além disso, os estudantes demonstraram o aprendizado dos conceitos científicos quando se utilizam de palavras conceituais e explicam os processos de lavagem dos cabelos na utilização do shampoo. Mostrando com isso que esses estudantes podem ter iniciado alguma compreensão e significação do conceito.

Por fim, percebemos que a reconfiguração do currículo por meio do tema social de questões étnico-raciais possibilitou aos estudantes a aprendizagem dos conteúdos e a melhor compreensão sobre sua realidade, pois apresentaram a capacidade de comunicar seus conhecimentos se utilizando de conceitos estudados e de se expressar sobre sua identidade através do reconhecimento do seu cabelo.

Diante do exposto neste artigo, propomos que outras ações sejam realizadas afim de possibilitar a relação entre a construção do conhecimento científico e temas de relevância social como questões étnico-raciais.

5. Agradecimentos

Agradecemos às agências de fomento Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e

a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); aos estudantes e a professora da escola em que essa pesquisa foi realizada e à professora Christiana Andrea Vianna Prudêncio, pela leitura crítica do texto.

6. Referências

- ALMEIDA, C. L. S. **Situação de Estudo na formação de professores em escolas do campo de Coaraci-BA**. 119p. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências. Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, Ilhéus. 2017.
- APPLE, M. W. A luta pela democracia na educação crítica. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v.15, n.4, pp. 894-926, 2017.
- APPLE, M. W. **Ideologia e currículo**. 3. ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2006. 288p.
- APPLE, M. W. **Política cultural e educação**. Cortez. São Paulo: Brasil, 2000.
- APPLE, M. W. **Education, politics, and social transformation**. University of Wisconsin. Madison: Estados Unidos, 2014.
- APPLE, M. W. Políticas de direita e branquidade: a presença ausente da raça nas reformas educacionais. **Revista Brasileira de Educação**. Traduzido por: Bujes, M. I. E. n. 16, pp. 61-67, 2001.
- AUTH, M.A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. 250p. Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.
- BELL HOOKS. **Race and Representation**. South end Press. Boston: Estados Unidos, 1992.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Traduzido por: ALVAREZ, M. J.; SANTOS, S. B.; BAPTISTA, T. M. Porto Editora. Porto: Portugal, 1994.
- BOMFIM, R. C.; MASSENA, E. P. Automedicação como tema de situação de estudo. **Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v.14, n. 2, pp.360-375, 2019.
- BRASIL. Lei nº 10.639, de 09 Janeiro de 2003. Inclui no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF.
- BYRD, A. D.; THARPS, L. L. **Hair story: untangling the roots of black hair in America**. St. Martin’s Press. New York: United States, 2001.
- COCHRAN-SMITH, M.; LYTTLE, S. Relationships of Knowledge and Practice: Teacher Learning in Communities. **Review of Research in Education**. American Educational Research Association, v. 24, pp. 249-305, 1999.
- CULTURA NEGRA E IDENTIDADES. MUNANGA, K. **Negritude: usos e sentidos**. 3. ed. 1. reimp. Autêntica Editora. Belo Horizonte: Brasil, 2012.
- JESUS, J; PAIXÃO, M. C. S; PRUDÊNCIO, C. A. V. **Relações étnico-raciais e o ensino de ciências: um mapeamento das pesquisas sobre o tema**. Revista FAEEBA, v. 28, pp. 221-236, 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/faeeba/article/view/7192>> Acesso em: 16-06-2020.
- FREIRE, U.K.S. **Rio Almada: uma Situação de Estudo como proposta para o ensino de Química**. 51p. Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia. 2017.
- GEHLEN, S.T.; MALDANER, O.A.; DELIZOICOV, D. Momentos Pedagógicos e as etapas da Situação de Estudo: Complementaridades e Contribuições para a Educação em Ciências. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 18, n. 1, pp. 1-22, 2012.
- GIROUX, H. Praticando estudos culturais nas faculdades de educação. In: SILVA, T.T. (org). **Alienígenas na sala de aula: uma introdução aos estudos culturais em educação**. ed. 1. Ed. Vozes. Petrópolis, Rio de Janeiro: Brasil, 1995.
- GOMES, N. L. Educação, identidade negra e formação de professores/as: um olhar sobre o corpo negro e o cabelo crespo. **Educação e Pesquisa**, v.29, n.1, pp. 167-182, 2003.
- GOMES, N. L. **História da África e das culturas afro-brasileiras: processos para a transversalidade emancipatória**. 35 min. UNESCO Brasília, 2012.

- GOMES, N. L. Relações étnico-raciais, educação e descolonização dos currículos. **Currículo sem Fronteiras**, v.12, n.1, pp. 98-109, 2012.
- GOMES, N. L. **Sem perder a raiz - Corpo e cabelo como símbolos da identidade negra**. Ed. Autêntica. Brasil, 2006. 416p.
- GOMES, N. L. Trajetórias escolares, corpo negro e cabelo crespo. **Revista Brasileira de Educação**, n.21, pp. 40-51, 2002.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População chega a 205,5 milhões, com menos brancos e mais pardos e pretos**. Ed. **Estatísticas Sociais**. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias.html?id=18282:pnad-c-moradores&view=article>. Acesso em: 30-08-2019.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PNAD Contínua 2016: 51% da população com 25 anos ou mais do Brasil possuíam no máximo o ensino fundamental completo**. Ed. **Estatísticas Sociais**. 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/18992-pnad-continua-2016-51-da-populacao-com-25-anos-ou-mais-do-brasil-possuiam-no-maximo-o-ensino-fundamental-completo>. Acesso em: 08-08-2020.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pretos ou pardos estão mais escolarizados, mas desigualdade em relação aos brancos permanece**. Ed. **Estatísticas Sociais**. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>
- IPEA. **Retrato das desigualdades de gênero e raça**. ed. 4. Ed Ipea. Brasília: Brasil, 2011.
- KARIMI, M.; BEHJATMANESH-ARDAKANI, A.; GOUDIB, A. A.; ZALI, S. Sodium Dodecyl Sulfate-Coated Alumina and C18 Cartridge for the Separation and Preconcentration of Cationic Surfactants Prior to their Quantitation by Spectrophotometric Method. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 19, n. 8, pp. 1523-1530, 2008.
- MALDANER, O. A. Situações de estudo no ensino médio: nova compreensão de educação básica. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. Escrituras. São Paulo: Brasil, 2007. pp. 239-254.
- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). **Educação em Ciências: Produção de currículos e formação de professores**. 2 ed. Ed. Unijuí. Ijuí: Brasil, 2006. pp. 43-175.
- MASSENA, E. P.; BRITO, L. D. Caminhos e desaminhos da Situação de Estudo (SE): a experiência vivenciada por um grupo de formadores de professores. In: MASSENA, E.P. (Org.). **Situação de Estudo: Processo de significação pela pesquisa em grupos interinstitucionais**. Ed. Unijuí. Ijuí: Brasil, 2015.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. 2 ed. Ed. Unijuí. Ijuí: Brasil, 2013.
- MUNANGA, K.; GOMES, N. L. **O negro no Brasil de hoje**. Global. São Paulo: Brasil, 2006. pp. 139-168.
- MUNANGA, K. Entrevista de Kabengele Munanga: A difícil tarefa de definir quem é negro no Brasil. **Estudos avançados**, v. 18, n. 50, pp. 51-56, 2004.
- OLIVEIRA, R. A. G.; ZANONI, T. B.; BESSEGATO, G. G.; OLIVEIRA, D. P.; UMBUZEIRO, G. A.; ZANONI, M. V. B. A química e toxicidade dos corantes de cabelo. **Química Nova**, v. 37, n. 6, pp. 1037-1046, 2014.
- RUÍZ, S. E. Didáctica de las Ciencias desde la diversidad cultural y ambiental: aportes para um currículo contextualizado. **GÓNDOLA, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 13, n. 2, pp.291-305, 2018.
- SILVA, F A. **Situação de Estudo na formação de professores do MST: diálogos com Henri A. Giroux**. 132p. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências. Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, Ilhéus, Brasil. 2019.
- SILVA, T.T. Currículo e identidade social: territórios

- contestados. In: SILVA, T.T. (org). **Alienígenas na sala de aula: uma introdução aos estudos culturais em educação**. Ed. Vozes. Petrópolis, Rio de Janeiro: Brasil, 2011.
- TORRES SANTOMÉ, J. As culturas negadas e silenciadas no currículo. In: SILVA, T.T. (org). **Alienígenas na sala de aula: uma introdução aos estudos culturais em educação**. ed. 1. Ed. Vozes. Petrópolis, Rio de Janeiro: Brasil, 1995.
- TORRES, N.; SOLBES, J. Aspectos convergentes del pensamiento crítico y las cuestiones sociocientíficas. **GÓNDOLA, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 9, n. 1, pp.54-61, 2014.
- VERRANGIA, D.; SILVA, P. B. G. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: desafios e potencialidades do ensino de ciências. **Educ. Pesqui.** [online], v.36, n.3, pp.705-718, 2010.
- VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2001.
- WOODWARD, K. Identidade e diferença: uma introdução teórica e conceitual. In: SILVA, T.T. (Org.). **Identidade e diferença – a perspectiva dos estudos culturais**. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2013. 133p.





TÍTULO: DIDÁTICA DA FÍSICA

Reseña Elaborada por: Gloria Patricia Ramirez López*

Cómo citar este artículo: Ramirez López, G. P. (2021). Reseña: Didática da Física. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 192-195. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17715>

Título: Didática da Física

Autor: Roberto Nardi¹. Olga Castiblanco²

Editorial: Editorial UNESP, sello Escrituras.

Año de publicación: 2018 Segunda Edición

Ciudad: Sao Paulo

Idioma: Portugues

Número de páginas: 174



Reflexiones sobre la Didáctica de la Física

En este libro se desarrolla una Perspectiva Dimensional de la Didáctica de la Física, especialmente pensada para formación de profesores. El libro se compone de tres partes con siete capítulos que incluyen referencias y tablas de resumen. En la primera parte se presenta un estado del arte de la literatura sobre investigación en enseñanza de la física, a partir de lo cual se resaltan preguntas como ¿qué es enseñar ciencias?, ¿qué es formar profesores en esta área?, ¿qué contenidos enseñar en didáctica de las ciencias? ¿Qué contenidos enseñar en física?, ¿cómo explicar ciencias?, ¿cómo

- 1 Licenciado en Física por la Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) (1972), Magíster en Science Education por la School of Education de la Temple University, Filadelfia, EE. UU. (1978), Doctor en Educación por la Universidad de São Paulo (FEUSP) (1989), realizó sus estudios posdoctorales en la Universidad Estadual de Campinas (Unicamp) (2004-2005). Desde 1994 ha trabajado como profesor adjunto en el Departamento de Educación y en el posgrado en Educación para la Ciencia de la Facultad de Ciencias de la (UNESP), campus de Bauru.
- 2 Licenciada en Física por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá, Colombia), Magíster en Docencia de la Física por la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá, Colombia), Doctora en Educación para la Ciencia por la Universidad Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) (Brasil). Actualmente es docente e investigadora de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ganadora del premio Mujeres de Éxito, Colombia, 2020

* Magister en Ciencias de la Educación. Docente de Matemáticas en el Colegio Grancolombiano-Bosa. Correo electrónico: gpramirez@educacionbogota.edu.co

innovar en estrategias de enseñanza y aprendizaje?, ¿cómo detectar concepciones previas o modelos explicativos en los estudiantes? Preguntas que han estado a la base de las investigaciones en el área desde hace al menos seis décadas.

En esta parte también se discute sobre la relación entre la formación de docentes y la didáctica de la física, haciendo una reflexión sobre el carácter interdisciplinar y diverso del área de la enseñanza de las ciencias. El cual se va ampliando en función de los problemas de investigación que van surgiendo, así como de las metodologías de investigación que se van adoptando, las cuales van requiriendo de articular conocimientos que vienen de la la Historia, la Filosofía, la Epistemología de las Ciencias, pero también de la Psicología cognitiva, la Pedagogía, la Educación, la Sociología, entre muchas otras.

Se analiza la pertinencia de las didácticas específicas como campos disciplinares que permiten profundizar en la comprensión de las epistemologías propias de cada disciplina científica, en este caso de la física, para ponerla al servicio de la formación de profesores con pensamiento crítico y reflexivo, con capacidad de emancipación cultural e intelectual, con habilidades para la docencia-investigación, y en síntesis con identidad profesional, como lo exigen muchos autores reconocidos en el mundo, que han venido estudiando el sentido de educar un profesional de la enseñanza.

En la segunda parte se diseña una propuesta teórica que funciona como criterio de organización de objetivos, metodologías y contenidos de la didáctica de la física en el contexto de la formación de profesores. Para ello, los autores hicieron tres estudios en donde analizaron discursos de investigadores, docentes y estudiantes que actúan en el campo de la Didáctica de la Física. Con ello caracterizaron los objetos de estudio de la investigación en la enseñanza de la Física, así como el papel que juega la enseñanza de la Didáctica de la Física en los currículos de Licenciaturas en Física y también las expectativas de un grupo de estudiantes sobre el aprendizaje de contenidos que los educan para

la enseñanza. A partir de ello, definen las tres dimensiones de la didáctica de la Física a saber; la dimension disciplinar, la dimension sociocultural y la dimension interaccional.

Con ellas se busca atacar problemas como la falta de sentido que los estudiantes de licenciatura en física le encuentran al aprendizaje de las materias asociadas a la didáctica y la pedagogía, y a su vez resolver la expectativa que tienen sobre el aprendizaje de “ser profesor y enseñar”. Igualmente, resolver el problema de la incoherencia en los currículos de formación de profesores basada en la enseñanza tradicional esperando educar profesores innovadores y críticos, así como la poca comprensión que se tiene sobre la didáctica de la física como campo disciplinar que permita superar visiones técnicas e instrumentalistas de la formación del profesor. También, aprovechar la amplia diversidad de objetos de estudio y líneas de investigación que a cada día se consolidan en esta área y articular resultados de investigación con el ejercicio práctico de la docencia. Así las cosas, los autores proponen que los principales objetivos de la enseñanza de la didáctica de la física en un programa de formación de profesores deben ser:

- Contribuir a la comprensión de formas de interrelacionar el conocimiento de diferentes campos disciplinares para resolver problemas específicos de la enseñanza y el aprendizaje de la Física;
- Contribuir a la superación de puntos de vista del sentido común sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje;
- Educar para la crítica reflexiva tanto de la realidad de su entorno como de su dominio de contenido y su propia acción docente;
- Contribuir a la formación, tanto para la investigación en la enseñanza de la Física, como para relacionarse con los resultados de la investigación en el área;
- Contribuir a la formación de la identidad profesional mediante la apropiación de conocimientos específicos de la enseñanza de Física.

Las metodologías de enseñanza deben ser

dinámicas, flexibles e innovadoras, aplicando resultados de investigación del área. Y los contenidos deben ser definidos desde una visión interdisciplinar entre conocimientos ofrecidos por las ciencias exactas, las ciencias sociales y las ciencias humanas.

En la tercera parte se presenta el diseño y ejecución de una propuesta concreta de enseñanza de cada una de las tres dimensiones de la didáctica de la física. Se parte de la premisa de que enseñar didáctica de la física no es entrenar para el uso de instrumentos en el aula, tampoco es darles recetas sobre cómo enseñar la física y mucho menos crear "herramientas didácticas". Se asume, que se trata principalmente de educar en criterios para la toma de decisiones. Así, el profesor ganará autonomía intelectual para planear y ejecutar una enseñanza de la física contextualizada y que le haga sentido a todos los participantes del proceso, todo desde una perspectiva de formación del docente-investigador.

En la dimensión disciplinar se desarrollan ejercicios de tipo metacognitivo con el fin de que el licenciado tome conciencia sobre su propio nivel de dominio de los contenidos de la Física que pretende enseñar. Para orientarlos en ese proceso se planean ejercicios basados en el conocimiento que ofrece la Historia, Filosofía y Epistemología de la Física, ya que estas disciplinas permiten pensar la física de modos diversos y alternativos, lo cual facilita la construcción del discurso propio del profesor sobre la física y sobre la enseñanza de la física.

No se trata de enseñarles directamente Historia, Filosofía o Epistemología, sino de tomar conocimientos para diseñar ejercicios que los eduquen para la autonomía, para re-pensar el conocimiento disciplinar que tienen en tanto profesores de esta disciplina y en consecuencia para que definan criterios a partir de los cuales puedan crear sus propios métodos de enseñanza.

Por ejemplo, se asume que las personas necesitan ser educadas para observar el mundo físico, sabiendo que el papel del observador en la construcción de la Física es cada vez más determinante

y va cambiando de sentido y significado, en función de lo que observa y la forma en que lo describe. La observación depende del conocimiento propio y también de la interacción y el diálogo con la observación de otros pares. Por lo tanto, es posible guiar a los estudiantes a mejorar su capacidad de observación de los sistemas físicos, comenzando por las observaciones sobre la apariencia del sistema, pasando a la observación de la relación entre las partes del sistema y llegando a la observación de las causas y consecuencias de las relaciones entre las partes del sistema y los sistemas.

En esta dimensión, los autores diseñan ejercicios basados en problemas abiertos para estimular el debate filosófico, también ejercicios en donde se reflexiona sobre la diferencia entre el observador, lo observado y el observable de un sistema. También ejercicios basados en el concepto de perfil epistemológico y obstáculo epistemológico. Así como ejercicios basados en construcción y análisis de líneas de tiempo en torno a un concepto.

En la Dimensión Sociocultural, se trabaja principalmente el desarrollo de su identidad profesional con la enseñanza de la Física. Esto significa que se debe educar en lo que significa tener dominio de un contenido de la física para ponerlo al servicio de la formación de otros sujetos, específicamente en contextos educativos, lo cual requiere nuevas formas de conciencia, esta vez sobre los objetivos de enseñar la Física y la necesidad de adaptarse al contexto.

Los autores se proponen educar al futuro profesor para el dominio de todo lo que ocurre en una clase, con la premisa de que el docente requiere formación específica previa al ingreso a un aula de clase, superando la idea de que solo se aprende a enseñar directamente en enseñando.

Para ello, se diseñan y ejecutan ejercicios que cuestionan problemas reales en la enseñanza de la Física y las posibles formas de resolverlos, basados en el conocimiento proveniente de disciplinas como la Psicología del Aprendizaje, Sociología, Antropología, Lingüística, Comunicación, Educación, Pedagogía e Investigación en estos campos,

así como relatos de experiencias reales, con el propósito de que los estudiantes futuros profesores se posicionen crítica y reflexivamente sobre su rol en la sociedad.

Los ejercicios se diseñan con base en la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS), ya que es una forma de entender por qué y para qué se enseñan ciencias. También, se orientan debates sobre el cuidado que se debe tener para optimizar la planificación de un proceso de enseñanza, sabiendo que no se trata solo de ilustrar en aplicaciones tecnológicas de conceptos físicos, ni de discutir solamente los problemas sociales, ni de simplemente motivarlos o alfabetizarlos científicamente, sino que se trata de incidir en los esquemas de pensamiento de los estudiantes, frente al mundo y la vida. Igualmente se desarrollan ejercicios de sensibilización sobre la inclusión y lo que significa la enseñanza de la física para la diversidad. Así como también ejercicios basados en la caracterización de las variables que intervienen en una clase y de los discursos del profesor y de estudiantes, por ejemplo, en el uso de analogías, en la construcción de explicaciones, argumentaciones, etc.

En el desarrollo de la Dimensión Interaccional de la Didáctica de la Física, los autores integran las dos dimensiones anteriores, para orientar a los futuros profesores hacia la construcción del significado sobre “el enriquecimiento de la interacción en el aula”. Se les estimula para que amplíen sus puntos de vista sobre las posibilidades de utilizar la experimentación, las tecnologías y los libros mediante metodologías alternativas a las tradicionales, no a modo de uso de herramientas sino con el fin de explotar todo el potencial que tienen estos campos de conocimiento para desarrollar habilidades de pensamiento científico en los estudiantes.

Con respecto al uso de la experimentación, superan la visión de motivar o cautivar a los estudiantes, y a cambio caracterizan tipologías de experimentación, en donde una tipología se diferencia de la otra por las posibilidades que ofrece

en el aula, en torno a la construcción de lenguaje científico y todas sus formas de representación, desarrollo de procesos de observación, descripción, explicación, argumentación, así como en torno al desarrollo de la crítica, la reflexión, la capacidad para el debate, para la creación, la formulación de hipótesis, la resolución de problemas, etc. Para ello caracterizan tipologías como el experimento casero, ilustrativo, discrepante, por investigación, virtual, mental, crucial y recreativo.

Con respecto al uso de las TICs, cuestionan el uso instrumental y técnico, para proponer un uso que potencia el debate, el análisis, el posicionamiento crítico, la observación simple y sistemática, la autoformación, la construcción de nuevos lenguajes, la comunicación efectiva en el aula, la innovación. Para ello caracterizan tipologías de TICs, igualmente en función de las principales fortalezas que tienen para explotar de la mejor manera la interacción en el aula. Tipologías como creación y uso de material audio, audiovisual, software interactivo y de análisis, fotografía en diferentes velocidades y fotografía estroboscópica, E-learning, interfaces, redes sociales, realidad aumentada y virtual.

Finalmente, con respecto al uso de los libros, van más allá de usarlos como material de consulta de los estudiantes o de los profesores y se caracterizan como materiales que posibilitan la ampliación de puntos de vista, la construcción de ideas no convencionales sobre diversos temas, la flexibilización del pensamiento para abordar determinadas temáticas, el estímulo a la duda a la imaginación y a la creación, así como la profundización en contenidos específicos y la autoeducación. Para ello caracterizan tipologías de recursos bibliográficos con base en los cuales se diseñan ejercicios de enseñanza. Tipologías como, ciencia ficción, el libro de texto, resultados de investigación en Física, resultados de investigación en Enseñanza de la Física, divulgación científica, y la información enciclopédica u online.



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 \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](#), 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.

EDITORIAL

Dejarnos enseñar de Comenius lo que sabemos que ignoramos
Carlos Jilmar Díaz-Soler

Entrevista con Eder Pires De Camargo
Olga Lucía Castiblanco Abril

ARTÍCULOS

Diseño de actividades para una didáctica de la astronomía vivencialmente significativa
Néstor Camino

El tomate que no flota en agua: una posible secuencia para el aprendizaje activo de ingravidez
Josip Slisko

Formação acadêmica e as compreensões de natureza da ciência e de investigação científica de alunos de cursos de licenciatura
Letícia Manica Grando y Fernanda Aparecida Meghioratti

Práticas de professores com abordagens investigativas
Maria da Conceição Barbosa Lima y Deise Miranda Vianna

¿Progresan las concepciones sobre la ciencia de futuros maestros/as tras la implementación de propuestas constructivistas para la alfabetización científica?
Lourdes Aragón, Natalia Jiménez-Tenorio, Juan José Vicente-Martorell y Marcia Eugenio

Aspectos característicos da utilização de experimentações por professores de física do ensino médio de um município paulista
Fernanda Sauzem Wesendonk y Eduardo Adolfo Terrazzan

Conceptualización y gravedad semántica en la construcción de explicaciones científicas en la clase de fisicoquímica: un estudio de caso
Guillermo Cutrera, Marta Massa y Silvia Stipcich

O conhecimento em vigotski: uma contribuição à compreensão do referencial histórico-cultural
Douglas Augusto Galbiatti y Eder Pires de Camargo

Una propuesta educativa basada en el tpack para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del oncepto de movimiento
Olga Lucía Godoy Morales

Questão sociocientífica: uma estratégia para o desenvolvimento da argumentação em aulas de química
Thiara Vanessa da Silva Barbosa y Verônica Tavares Santos Batinga*

Reconfigurando o currículo e discutindo questões étnico-raciais em um curso técnico
Sara Souza Pimenta, Andrei Steveen Moreno Rodríguez y Elisa Prestes Massenas

RESEÑA

Título: Didáctica da Física. Autor: Roberto Nardi; Olga Castiblanco
Patricia Ramirez Lopez

Guía pa autores



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
Facultad de Ciencias y Educación

