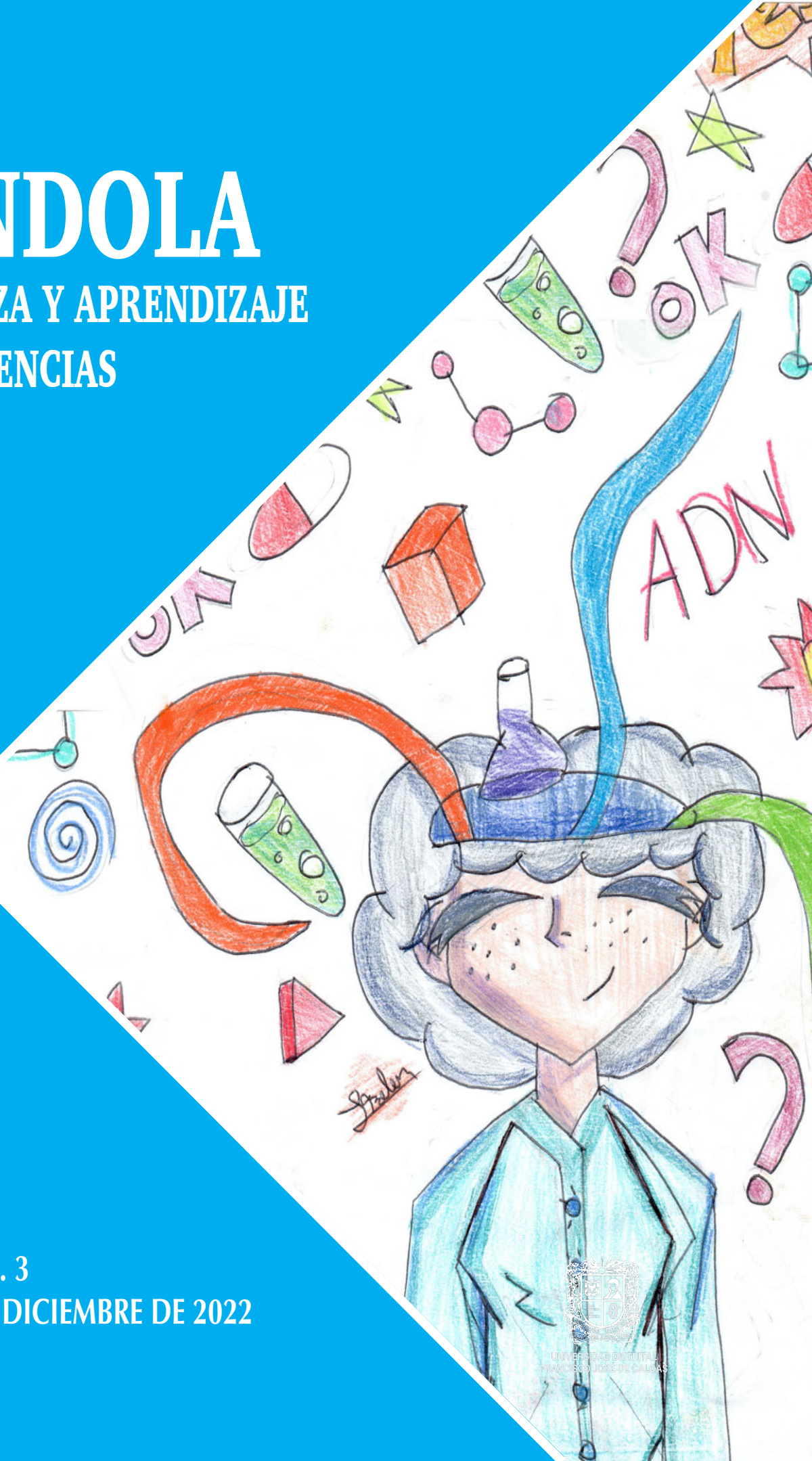


GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL. 17 NÚM. 3
SEPTIEMBRE - DICIEMBRE DE 2022





UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

**Revista Góndola,
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**
Volumen 17-Número 3
septiembre - diciembre de 2022

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

Olga Lucía Castiblanco

Dirección editorial

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

Apoio gestion OJS

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Corrección de estilo

Olga Lucía Castiblanco

Diseño y diagramación

Diego Fabian Vizcaino

Portada

Crédito: Zulma Vizcaino Castiblanco



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

EQUIPO EDITORIAL

Ph.D. Olga Lucía Castiblanco Abril
*Universidad Distrital Francisco José de Caldas,
Colombia*
Editora en jefe
Ph.D. Diego Fábian Vizcaíno
Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia
Editor de contenidos

MSc. Wilmar Francisco Ramos
Lic. Nicol Estefany Morales Suárez
Lic. Deivid Sanabria
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 Crispino
*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

Dr. Marlon Helbert Barbosa Soares. *Universidad
Federal de Goiás. Brasil.*

Dr. Edwin German Garcia Arteaga. *Universidad del
Valle. Colombia*

Dr. Helio da Silva Messeder Neto. *Universidade
Federal da Bahia. Brasil.*

Dra. Gisele Soares Lemos Shaw. *Universidade
Federal do Vale do São Francisco. Brasil.*

Dr. Vicente Mellado Jiménez. *Universidad de
Extremadura. España.*

Dr. Pedro Certad. *Universidad Metropolitana.
Venezuela.*

Mg. Martha Lucía Garzón Osorio. *Universidad
Tecnológica de Pereira. Colombia.*

Dr. Gustavo Iachel. *Universidade Estadual de
Londrina. Brasil.*

Dr. Juan Barbosa Rodriguez. *Universidad de Sucre.
Colombia.*

Dra. Elena Fabiola Ruiz Ledesma. *Escuela Superior
de Computo del IPN. Mexico.*

Dra. Diana Lineth Parga Lozano. *Universidad
Pedagógica Nacional. Colombia.*

Dr. Nestor Eduardo Camino. *Universidad de la
Plata. Argentina.*

Dra. Jenny Patricia Acevedo Rincon. *Universidad
Industrial de Santander. Colombia.*

Dra. Geide Rosa Coelho. *Universidade Federal do
Espiritu Santo. Brasil.*

Dra. Maria Cristina do Amaral Moreira. *Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de
Janeiro. Brasil.*

Dra. Maria Madalena Dullius. *Universidade do Vale
do Taquari (UNIVATES), Brasil.*

Dr. João Batista Siqueira Harres. *Pontifícia
Universidade Católica do Rio Grande do Sul
(PUCRS), Brasil.*

Dr. Miguel Rodriguez Wilhelmi. *Universidad de
Navarra. España.*

Dr. Juan Carlos Sanchez Rodriguez. *Universidade
do Algarve (UALg), Portugal.*

Dra. Maria Regina Dubeux Kawamura.
Universidade de São Paulo (USP), Brasil

Dr. Edgar Alberto Guacaneme Suarez. *Universidad
Pedagógica Nacional. Colombia.*

Dra. Vanessa Dias Moretti. *Universidade Federal de
São Paulo (UNIFESP), Brasil*

Dra. Omaira Sepulveda Delgado. *Universidad
Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC).
Colombia.*

Dr. Michel Mendes. *Universidade Federal de Goiás
(UFG). Brasil.*

Dra. Marilene Ribeiro Resende. *Universidade de
Uberaba. Brasil.*

Dr. Leonardo Fabio Martinez. *Universidad
Pedagógica Nacional. Colombia.*

Dra. Renata Teofilo de Souza. *Instituto Federal de
Educação Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará -
IFCE. Brasil.*

Dr. Ricardo Andres Franco. *Universidad Pedagógica
Nacional. Colombia.*

Dr. Nelson Contreras. *Universidad Tecnológica de
Pereira. Colombia.*

Dr. Andres Raviolo. *Universidad Nacional de Rio
Negro. Argentina.*



Contenido

EDITORIAL

- Investigación en Educación 443
Research in Education
Pesquisa em Educação
Andrés Bernal Ballen

HISTORIAS DE VIDA

- Entrevista a: Antonio Quintana Ramirez 445
Interview: Antonio Quintana Ramirez
Entrevista com: Antonio Quintana Ramirez
Oscar Jardey Suarez

ARTÍCULOS

- Percepções de crianças da educação infantil sobre os conceitos de ciência e de cientista 451
Children's perceptions of early childhood education about science and scientist's concepts
Percepciones de niños en educación primaria sobre la ciencia y los conceptos científicos
Fernanda do Amaral Ximendes y Edward Frederico Castro Pessano
- As atuais tendências das pesquisas brasileiras em ensino de química: um estado do conhecimento de periódicos específicos 465
Current trends in brazilian research in chemistry teaching: a state of knowledge of specific journals
Las tendencias actuales de la investigación brasileña en la enseñanza de la química: un estado de conocimiento de revistas específicas
Thais Adrienne Silva Reinaldo, Gabriela Martins Piva, Andressa Algayer Da Silva Moretti, Ana Maria De Andrade Caldeira y Roberto Nardi
- Ações docentes relacionadas aos recursos didáticos utilizados em aulas de uma licenciatura em ciências biológicas 487
Teacher actions related to learning resources used in biological sciences education classes
Acciones docentes relacionadas con los recursos didáticos utilizados en las clases de la licenciatura en ciencias biológicas
Geovana Caldeira Lourenço, Marinez Meneghello Passos y Marinez Meneghello Passos
- Nanociência e nanotecnologia na formação inicial de professores de física: um estudo sobre concepções e práticas 504
Nanoscience and nanotechnology in the initial education of physics teachers: a study on conceptions and practices
Nanociencia y nanotecnología en la formación inicial de profesores de física: un estudio sobre concepciones y prácticas
Erika da Costa Poulis, José Francisco Custódio y Silvete Coradi Guerini
- Fake science: proposta de análise 520
Fake science: analysis proposal
Ciencia falsa: propuesta de análisis
Marcia Borin da Cunha y Beatriz Tilschneider Garcia Rosa



Contenido

Emergencia de las ecuaciones paramétricas en viète y descartes: elementos para repensar la actividad analítica-algebraica Emergence of the parametric equation in viète and descartes: elements to rethink the algebraic-analytical activity Surgimento da equação paramétrica em viète e descartes: elementos para repensar a atividade analítica-algébrica <i>Luis Alberto López-Acosta y Gisela Montiel-Espinosa</i>	539
Ser professor de física: fatores que determinam a escolha dos jovens Being a physics teacher: factors that determine the choice of youngers Ser un profesor de física: factores que determinan la elección de los jóvenes <i>Emanuel César Pimentel, Cleci Teresinha Werner da Rosa y Luiz Marcelo Darroz</i>	560
Uma análise sociocultural de desenhos de circuitos elétricos elaborados por estudantes do ensino médio A socio-cultural analysis of electric circuit drawings designed by high school students Un análisis sociocultural de dibujos de circuitos eléctricos hechos por estudiantes de secundaria <i>Fábio Ramos da Silva, Roberto Gonçalves Barbosa, Alexandre Abraão Muriana da Silva y Reginaldo Aparecido Zara</i>	576
Estética y simetría en las concepciones alternativas de espacio en la mecánica newtoniana Aesthetics and symmetry in the alternative conceptions of space in newtonian mechanics Estética e simetria nas concepções espontâneas de espaço da mecânica newtoniana <i>Flaviston Ferreira Pires y José Alves da Silva</i>	590
Da nutrição à digestão: uma proposta contextualizada para o ensino do sistema digestório From nutrition to digestion: a contextualized proposal for the digestive system teaching De la nutrición a la digestión: una propuesta contextualizada para la enseñanza del sistema digestivo <i>Flávia Martho Landinho, Rafael Mendonça Duarte y Ana Carolina Biscalquini Talamoni</i>	607
As controvérsias científicas acerca do melanismo industrial: análise da temática em livros didáticos aprovados pelo pnld 2018 Scientific controversies regarding industrial melanism: analysis of the theme in textbooks approved by pnld 2018 Controversias científicas sobre el melanismo industrial: análisis del tema en libros de texto aprobados por pnld 2018 <i>Lucyana Nayara Afonso Silva y Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade</i>	626
Uma comparação de conhecimentos sobre a definição e as múltiplas representações de funções antes e depois de uma experiência de formação A comparison of the knowledge in the definition and the multiple representations of functions before and after a training experience Una comparación de conocimientos sobre la definición y múltiples representaciones de funciones antes y después de una experiencia de aprendizaje <i>Otávio Paciullo Furquim, Gabriel Oliveira Pinto, William Vieira y Roberto Seidi Imafuku</i>	643
Guía para autores.	661

INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN

EDUCATIONAL RESEARCH

PESQUISA EM EDUCAÇÃO

Andrés Bernal Ballen * ,

En las últimas décadas, la investigación en el campo educativo se ha consolidado como una fuente de generación de conocimiento tendiente a identificar los problemas relacionados con esta área y plantear soluciones pertinentes. Trabajos sobre educación infantil, administración educativa, educación tecnológica, educación especial, o educación en ciencias han sido ampliamente reportados y cuentan con revistas especializadas que se encargan de abordar estos aspectos de manera sistemática y rigurosa (Huang et al. 2020).

No cabe duda de que a través de la investigación es posible, en primer lugar, reconocer los problemas que afectan a la escuela. Pero más importante aún, proponer y validar estrategias de solución a esos problemas. En el caso de la Enseñanza y el Aprendizaje de las ciencias, se han consolidado líneas de investigación sobre el contexto de aprendizaje de los estudiantes; el aprendizaje de conceptos (Lin et al. 2019); el desarrollo profesional docente; las prácticas docentes; las concepciones alternativas; la filosofía y la historia de las ciencias; el currículo; y las políticas educativas (Karampelas 2021) entre muchas otras. Lo anterior muestra que los investigadores han asumido la tarea de la mejora constante del proceso de enseñanza y aprendizaje con responsabilidad y dedicación. No obstante, es innegable que todavía falta mucho por hacer, y que las dificultades constantes en las aulas de clase deberán abordarse por parte de los profesores, no tanto desde su labor docente, que es muy importante, sino desde una concepción investigativa.

Este proceso supone un cambio en la labor docente, y significa que la manera de abordar la práctica debe modificarse. El cambio no se limita exclusivamente en cómo y qué se enseña, sino que supone transformar el rol docente y favorecer el rol de investigador. El docente investigador tiene una responsabilidad con su área de conocimiento, y sin duda, debe aportar en la constante evolución de esa área. Es aquí donde la investigación juega un papel preponderante (Pekel and Akcay 2018). Así mismo, es claro que las funciones y las responsabilidades de los docentes se han incrementado. Además de responder por la gestión del currículo, debe realizar prácticas investigativas que describan las condiciones reales de sus instituciones educativas.

Como consecuencia del cambio del rol docente, el modelo de difusión del conocimiento ha evolucionado, dando origen a la expresión impopular pero dominante de *Publish or Perish* (publica o perece) (Reeves, McKenney, and Herrington 2011). Aunque las críticas a este modelo son válidas, también es necesario reconocer que nunca antes en la historia, ha sido posible acceder al conocimiento de la manera en que se hace hoy en día, consecuencia de la cantidad de opciones

* Doctor en Química y Tecnología de Materiales, Tomas Bata University in Zlín: Zlín, CZ; Director Doctorado En Educación Universidad Antonio Nariño, abernal93@uan.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2033-3817>

existentes en todas las áreas del conocimiento para publicar los avances y resultados de procesos investigativos.

Muchos investigadores, sobre todo de las Ciencias Sociales, son los más críticos de ese modelo, pues no siempre es posible y pertinente convertir las prácticas pedagógicas en artículos de investigación. Tampoco es adecuado medir la carrera docente únicamente por medio de publicaciones. No obstante, la responsabilidad social de esta labor incluye poner en conocimiento de la comunidad de especialistas el conocimiento adquirido.

Aunque existan prácticas educativas que se consideran exitosas, su alcance suele ser limitado. Los profesores no siempre cuentan con las habilidades necesarias para la socialización de sus experiencias y buena parte del conocimiento no trasciende las paredes de sus instituciones. Por esta razón, las revistas científicas, y el modelo de ciencia abierta ha concebido múltiples posibilidades para que la generación del conocimiento impacte positivamente a la sociedad. Es en este escenario en el que la revista **“Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias”** se ha destacado. La revista ha permitido que profesores en formación y en ejercicio, tanto de la educación básica, media y superior, puedan exponer sus trabajos ante la comunidad académica, y validar el conocimiento surgido de la experiencia. Por tanto, el impacto de la revista en el área de la Educación en Ciencias es pertinente para los contextos académicos, específicamente los Latinoamericanos. Es allí donde los investigadores se identifican con los problemas reales de nuestros sistemas, y sus aportes son relevantes.

El objetivo de la investigación no puede ser la publicación. Es la solución de problemas. Pero la responsabilidad del investigador sí es socializar su conocimiento en la comunidad de especialistas, y que esta comunidad valide dicho conocimiento. A pesar de las deficiencias, una manera de hacer el proceso de validación es la publicación de artículos científicos, y la revista **“Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias”** es un espacio pertinente para consolidar el ejercicio de investigación en los docentes de la región, con un alcance internacional. Es claro que los profesores Latinoamericanos tenemos mucho que decir y que aportar. Nuestra mirada del fenómeno educativo es valiosa y nuestra experiencia debe posicionarse en las discusiones internacionales sobre la educación. Tenemos mucho que decir y que aportar.

Referencias

- Huang, Cui, Chao Yang, Shutao Wang, Wei Wu, Jun Su, and Chuying Liang. 2020. “Evolution of Topics in Education Research: A Systematic Review Using Bibliometric Analysis.” *Educational Review* 72 (3). Taylor & Francis: 281–297.
- Karampelas, Konstantinos. 2021. “Trends on Science Education Research Topics in Education Journals.” *European Journal of Science and Mathematics Education* 9 (1). ERIC: 1–12.
- Lin, Tzung-Jin, Tzu-Chiang Lin, Patrice Potvin, and Chin-Chung Tsai. 2019. “Research Trends in Science Education from 2013 to 2017: A Systematic Content Analysis of Publications in Selected Journals.” *International Journal of Science Education* 41 (3). Taylor & Francis: 367–387.
- Pekel, Feyzi Osman, and Suleyman Akcay. 2018. “Are Science Teachers Really Aware of the Importance of Educational Research?” *European Journal of Education Studies*.
- Reeves, Thomas C, Susan McKenney, and Jan Herrington. 2011. “Publishing and Perishing: The Critical Importance of Educational Design Research.” *Australasian Journal of Educational Technology* 27 (1).

ENTREVISTA A: ANTONIO QUINTANA RAMÍREZ *

Por: Oscar Jardey Suárez **



Foto: Antonio Quintana Ramírez, sus hijas Juana Sofía y Mary Andrea junto con su esposa Patricia

Antonio Quintana Ramírez (AQR), bogotano, es graduado en Licenciatura en Mecánica Industrial y Dibujo Técnico de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), cursó la especialización en Manejo y programación de máquinas con control numérico en el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, adelantó su maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación en la UPN y obtuvo su Doctorado en Educación en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC).

Oscar Jardey Suárez (OJS), Licenciado en Física, con posgrados en el área de la ingeniería, doctor en educación y Doctor en Ciencias en Física Educativa.

Parte I. Comprendiendo las decisiones que han definido el vínculo académico

OJS. ¿Qué recuerdos tiene de su colegio?

AQR. Una cosa interesante para decir a los niños, niñas y jóvenes que en este momento se encuentran en el colegio, es que es la época más formidable en la vida, porque allí se forjan los amigos de toda la vida y se decide el camino que posiblemente se va a recorrer lo largo de la vida. Tengo recuerdos muy interesantes, como el hecho de haber estudiado en un colegio técnico, que me brindó la posibilidad de crear y transformar cosas con mis propias manos; pensar y

enseñar, eso definitivamente marcó mi vida laboral y académica.

OJS. ¿En qué año culminó sus estudios de bachillerato?

AQR. En 1981, al siguiente año, por azar, ingresé a la UPN. Y digo por azar, porque en esa época no tenía recursos económicos para ingresar a una universidad. Recuerdo que con algunos amigos iniciamos un proceso de exploración en la música del folclor andino, haciendo una gira por Suramérica; ésta terminó en Cali y ahí se acabó la gira. Regresé a Bogotá sin dinero y sin opciones, fue entonces cuando unos amigos del grupo que estudiaban en la pedagógica, tuvieron a bien inscribirme allá y al regresar de la gira recibí una llamada, de su parte, indicando que tenía una entrevista en la UPN.

OJS. ¿A qué programa se presentó?

AQR. Ellos sabían que tenía una formación en bachillerato técnico en mecánica, por lo que me inscribieron en un programa que se llamaba mecánica y dibujo técnico, adscrito al departamento de tecnología. Jean Paul Sartre decía que “el hombre es lo que hace con lo que le da la vida”, a mí me dio esa opción y la tome. Lo cierto es que no quería ser profesor.

OJS. Cuando termina sus estudios de secundaria, ¿pensó continuar en la docencia?

* Doctor en Educación, Maestría en Educación en Tecnología Universidad Distrital Francisco José de Caldas, , aquintana@udistrital.edu.co, <http://orcid.org/0000-0002-2912-6542>.

** Doctor en Educación, Fundación Universidad Autónoma de Colombia, oscar.jardey.suarez@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8780-595X>.

AQR. En ningún momento, de hecho, cuando salí del bachillerato un profesor de mecánica me propuso ir a dictar clases a San Andrés Islas, pero esos no eran mis planes. Seis meses después me encontraba estudiando en la UPN. Una anécdota interesante con ese docente, es que, al cabo de varios años, resulté siendo profesor de mi profesor, para que él obtuviera su título profesional. En un comienzo, fue un poco incómodo para ambos, pero después él se sentía muy orgulloso que su estudiante fuera ahora su profesor, les decía a sus colegas "...él fue estudiante mío...". Me sentí muy agradecido con la vida con el hecho de poder estar con mi profesor en ese otro papel. Las casualidades y cosas que la vida me fue brindando, me han llevado a la actividad docente, al final me enamoré totalmente de la docencia.

OJS. Cuando estuvo en su pregrado ¿hubo algo que marcó su rol docente?

AQR. Sí, en las prácticas cuando tuve que enfrentarme a los niños, niñas y los jóvenes. Eso me cambió la vida, me pusieron la impronta de lo que quería ser, porque hasta ese momento, no tenía la certeza que a eso me iba a dedicar. Recuerdo que yo continuaba intentándolo por el campo de la ingeniería. Hay que reconocer que la profesión docente en nuestro contexto no está muy bien valorada; sin embargo, después de tantos años puedo afirmarlo, puede corroborarlo, "...la profesión docente nos lo ha dado todo y hasta más de lo que esperaba...".

OJS. ¿Qué pasó con la música?

AQR. Soy músico empírico, creo que empecé a hacer música alrededor de los 14 años. Cómo no había recursos para instrumentos, la música andina se veía como la opción, puesto que eran muy económicos, de hecho, podían ser hechos por nosotros mismos. Con un amigo entrañable, Mario Bonilla, que ya había empezado su recorrido y con su hermano, me vincule y empezamos a hacer música de esa época. Tocábamos instrumentos de viento como la Quena Zampoña. Eso también marcó mi vida, hoy en día, sigo haciendo música con un grupo comunitario, "Los Sikuris Suaya"¹. Julio Bonilla, colega de la Universidad Distrital, ha venido creando un movimiento muy grande en Colombia de sicuris, que son músicas comunitarias; en el sur del continente son de alta tradición; en Colombia él ha forjado este movimiento y ya hay bandas en todo el país.

Interpretar la música en comunidad, es compartir con el otro, es hacer Sicuri. La música en un solo

instrumento que se divide, uno hace su parte y el otro la complementa, es un diálogo musical, que, a su vez, se hace en comunidad; es una forma muy interesante de hacer la música, de verla, que quita la individualidad.

OJS: Cuando estaba finalizando sus estudios de pregrado y tuvo que decidir por un posgrado. ¿Qué dilemas enfrentó y cómo tomó la decisión?

AQR: Inicialmente busqué una alternativa en el campo de la ingeniería, a través de una especialización técnica en el SENA que recién iniciaba. Este proceso de formación, tenía que ver con máquinas y herramientas con control numérico computarizado y estaba auspiciado por Italia. Tanto en la especialización como en el centro Américo Vespucci, tuve la posibilidad de regresar al campo de la industria a través del control de diseño de programación de líneas de producción soportado en el control numérico computarizado, fue allí donde me di cuenta que la educación era lo mío. Aunque en la ingeniería la remuneración era 10 veces mejor que en la docencia, ésta no me permitía algo muy importante, estar en contacto con la gente, pues en el campo de la ingeniería solo interactuaba con máquinas, con materiales, con procesos, con una disponibilidad 24 – 7. Eso me llevó a pensar en una maestría, ofertada por la UPN, denominada Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación.

OJS. En cuanto a su actividad como profesor ¿qué reflexión hace sobre el trabajo en docencia en colegio y en la universidad?

AQR. Lo primero por decir, es que fui un afortunado. Terminé mis estudios en febrero de 1987, en agosto del mismo año, ya era profesor de la universidad de la que recién egresaba. Mis profesores fueron quienes me convocaron por mi desempeño académico y allí trabajé durante 15 años; paralelamente era profesor en la Secretaria de Educación de Bogotá. Dos mundos distintos pero muy relacionados. El mundo de las niñas, niños y jóvenes fue muy enriquecedor en mi experiencia, incluso, por mi gusto, decidí trabajar con estudiantes de cuarto y quinto de primaria, mirando cómo la tecnología podría ser incorporada a este grupo de niños. No había transcurrido un año, en el año 99 convocaron un concurso docente en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, al que apliqué y gané. Fue una difícil decisión, pues implicaba dejar el trabajo con los niños, niñas y jóvenes, para pasar de lleno a la docencia

¹ Bonilla-Romero, Julio. "La partida – Victor Jara Los Sikuris Suaya. Dirección electrónica

<https://www.youtube.com/watch?v=4UmG1KCqQeA> consultada el 16 de febrero de 2023.

universitaria; sin embargo, por condiciones de mi vida personal, necesitaba un cambio y eso me vino muy bien, dado que me permitió abrir el panorama en términos de investigación, de producción y sobre todo, empezar a pensar en la formación de otros, que van a ser profesores.

Parte II. Reflexionando lo aportes al campo de la Educación en Tecnología

OJS. En esa década que usted relata (90's), el país se enfrentaba a una transformación de regulación de la educación con la Ley 115, ¿cómo recuerda ese proceso en el área de Tecnología e Informática?

AQR. Inicialmente, fui convocado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para trabajar en el Programa de Educación en Tecnología para el siglo XXI (PET 21), dado los intereses propios y del área. Vale la pena indicar que la educación en tecnología no surge en 1994, en el currículo nacional se encuentra desde el año 87. Incluso la educación en tecnología, a través del profesor Jorge Pilonieta del Ministerio de Educación Nacional, se había plasmado en lo que se conoce como educación vocacional y la educación técnica. En los 90's, se empezó a generar un movimiento a nivel mundial, no sólo en Colombia, en el que empezó a darse un proceso que identifica la tecnología como un elemento fuerte en las economías de los países, que ameritaba ser vinculada en los currículos profesionales. Lo anterior no significaba que no existieran, solo que la tecnología estaba desde la perspectiva de la formación técnica, donde la idea era habilitar a los estudiantes en educación, para el empleo desde temprana edad. En Europa y Rusia, los politécnicos existían hace tiempo. En Colombia, las escuelas de artes y oficios surgieron a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, luego viene la educación técnica y posteriormente la diversificada, con el modelo INEM, en los años 90 comienza la transformación hacia la educación en tecnología con el proyecto PET XXI. Margarita Peña, apoyada por un equipo de colegas de la UPN, en cabeza de Álvaro Leuro (QEPD), Germán Rodríguez y otro grupo de profesores, se gesta el PET 21. Fue ahí cuando me vinculo a trabajar y empiezo a hacer parte de ese grupo de profesores de base, como un experimento de lo que significaría educar en tecnología.

En el desarrollo del PET 21 se recibió asistencia del Reino Unido, mediante unos talleres que pretendían incluir el concepto, que para ellos es muy importante, de diseño. Sin embargo, en Colombia, a través de la UPN, el diseño ya era una parte muy importante en el paradigma de educar en tecnología. El profesor Urías Pérez lo venía planteando hacía muchos años, se tenía

un curso experimental llamado "taller básico" impartido en primer semestre. En el taller básico los estudiantes de la licenciatura hacían un recorrido por varias áreas, donde el diseño, era un elemento fundamental. Conceptualmente, el profesor Edgar Andrade venía gestando su significado. Con la llegada de los ingleses se fortalece esa perspectiva que ya se tenía en el país y definitivamente se da un rumbo de lo que aquí se está pensando significa educar en tecnología. No obstante, en tecnología, el área no debería llamarse tecnología e informática; en su momento, para todos era claro que debía llamarse educación en tecnología. Sin embargo, en el año 1994, Bill Gates tomaba una enorme fuerza en todos los países por la implementando sus software, como el sistema operativo Windows®, la suite de Office®. Bill Gates, adelantó acuerdos con el gobierno colombiano, en los que obsequió la suite de Office® para los colegios públicos; por lo que no fue raro que la denominación del área fuera en tecnología e informática, algo que particularmente fue cuestionado, puesto que la informática, es una parte de la tecnología.

OJS. En la línea de formación de profesores ¿Qué reflexión hace desde ese momento hasta el actual?

AQR. En su momento, se trabajó en el proyecto de Educación en Tecnología de la Secretaría de Educación en Bogotá PRODET, proyecto nacional en tecnología del distrito, donde se hicieron algunas publicaciones y lineamientos y, como en el PET 21, se partió de algo que yo llamo utopía y es que, cualquier profesor podría encargarse, dado que la tecnología es transversal a todas las áreas. En la medida en que cada profesor apropiara la particularidad de la relación de su área con la tecnología, podría hacerlo; de hecho, en un libro llamado huellas de educación en tecnología (Herrera-Jiménez, 1997), publicado en 1997 por el MEN, muchos profesores de otras áreas como la física, las ciencias de las matemáticas se vincularon al proceso PET XXI. Eso fue bueno, puesto que enriquece esa mirada multidisciplinaria, es decir, la tecnología no puede ser asumida como una disciplina, sino como un campo multidisciplinario y de allí, su relación con las demás áreas y de alguna manera, con lo que hoy se conoce con el enfoque STEM. En el campo de las ciencias, de las humanidades, del arte, incluso de la sociología y por supuesto de la ingeniería, del diseño industrial existen elementos que se conjugan, para comprender la tecnología de una manera mucho más amplia de lo que se tenía en el mundo, cuando era fuertemente asociado a lo que algunos llamarían tecnologías duras.

OJS. Aquí toca un tema interesante que nos lleva a la pregunta ¿hay lugar a hacer diferencias entre la educación en tecnología y la educación STEM?

AQR. Yo creo que sí, la discusión ha sido muy clara, desde el comienzo da cuenta de un cierto enfoque integrador. En la década de los 90's, la National Science Foundation (NSF) venía trabajando propuestas, en Estados Unidos, para incluir la interrelación entre la ingeniería, el diseño, las matemáticas y las ciencias, encontrando que tenían una misma perspectiva, es ahí cuando nace el enfoque STEM. Sin embargo, muchas de las actividades que proponían a nivel nacional, en Estados Unidos, no podían realizarse, dado que cada Estado tiene su propia regulación. En ese sentido, la NSF tenía como función proponer actividades que pudieran retomarse en los diferentes estados. Para nosotros tuvo un origen distinto y es lo que se llama Actividades Tecnológicas Escolares (ATE). Ese concepto se propone desde el MEN, de parte del equipo de colegas con el que se trabajó el PET XXI. Con las ATE se buscaba caracterizar lo particular de la Educación en Tecnología y las actividades tecnológicas, es decir, el hecho de que la tecnología sea multidisciplinar, hace que a través de las ATE se busque relacionar, de manera natural, ésta con las matemáticas, la ingeniería, el diseño, las ciencias sociales, en muchos casos, en el campo de las humanidades, el arte. En síntesis, la tecnología, por su naturaleza, tiene todas esas perspectivas enfoques o dimensiones. En este sentido, en Colombia, las actividades tecnológicas existían antes de que se hiciera el anuncio del enfoque STEM, de hecho, se mantiene.

OJS. el año 2018 publicó un artículo alrededor de las actividades tecnológicas escolares (Quintana-Ramírez et al., 2018), que se vuelve referente para toda la comunidad vinculada con la Educación en Tecnología. ¿Cómo fueron concebidas las ATE?

AQR. Lo primero es que la tecnología debe ser vista como un campo, en el que se identifican varios enfoques: el social, cultural, sistémico, técnico, instrumental o artefactual, de diseño, cognitivo, entre otros; eso hace que, pensar la tecnología como un objeto de estudio, sea muy complejo, sumado a que en el propio campo técnico de la tecnología, hay múltiples disciplinas, está el control, lo electrónico, la mecánica, el movimiento, todo es muy complejo y cuando se es profesor de tecnología, desafortunadamente la impronta que dejó enunciada la ley de tecnología en el país, es que básicamente se trabaja informática, por demás muy reduccionista, al

trabajar casi exclusivamente con la suite de Office® ¿Y eso es educar en tecnología? No.

Las actividades tecnológicas escolares permiten tener una mirada más amplia, para poder responder esa perspectiva holística compleja; en la tecnología se habla de cuatro estrategias y esto no lo hemos inventado nosotros, ha sido resultado del trabajo de muchos colegas, aquí el trabajo ha sido sistematizar todo ese proceso y enunciarlo de manera particular, es decir, modelarlo.

Se tiene entonces la estrategia de análisis que permite abordar toda esa dimensión social y cultural de la tecnología. La estrategia de diseño, que permite abordar un campo particular como es el pensamiento tecnológico o el pensamiento de diseño; actualmente, hay una fuerte discusión no sólo en la educación, sino en la industria, el comercio, los servicios, en cuanto a que el diseño se encuentra presente por la necesidad de la renovación permanente. La estrategia de construcción, que surge inspirada en el trabajo de Seymour Papert y Harel; quienes construyeron el lenguaje Logo para que, sus estudiantes de matemáticas, abordaran la lógica matemática y la programación. Encontramos que la idea era muy pertinente para todo lo que tiene que ver con los procesos de tecnología.

La cuarta estrategia de “Ciencia Tecnología Sociedad”, que permite trabajar toda la perspectiva del pensamiento crítico, el impacto de la tecnología y la perspectiva social de la interrelación de las tecnologías, la sociedad y la cultura que es el enfoque ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

La estrategia CTS la trabajé con el grupo Argo de España, a través de una beca otorgada por Colciencias para estudiar en la Universidad de Oviedo. Para ello, retomé la educación en tecnología e hice un modelamiento para diseñar actividades tecnológicas. Además, se tienen los modelos y prototipos para las cuatro estrategias con actividades muy particulares.

OJS. ¿Cómo las ATE pueden el aula?

AQR. Lo primero es ubicarse teóricamente en un lugar que le permita decir porqué hace lo que hace. En nuestra propuesta el soporte teórico y epistemológico lo ubicamos en la filosofía de la tecnología, desde una mirada holística del concepto de tecnología, y en la perspectiva crítica de la escuela de Frankfurt, particularmente en el enfoque de construcción social de la tecnología. Estos son los elementos que le dan soporte a las ATE que diseñamos. A los profesores les sugerimos que se atrevan a diseñar actividades, usando las distintas estrategias, que las desarrollen ellos mismos, antes de compartirlas con los

estudiantes, que las ajusten y las sometan a evaluación con sus estudiantes y nuevamente las adapten, esta condición iterativa es propia del diseño y aquí el profesor es diseñador de ambientes de aprendizaje. La mayoría de veces no podrán solucionarlo; en diseño se hace una propuesta y ésta debe estar en constante cambio, hasta que funciona; diseñar, probar y evaluar. Eso es ya un trabajo de investigación, pues un profesor no puede proponer actividades tecnológicas que no haya diseñado y, si las tomó de otros, primero debe saber qué significa eso, para conocer qué van a hacer y experimentar sus estudiantes.

En la actualidad el movimiento Maker produce una gran cantidad de soluciones técnicas muy sencillas. Este movimiento está vinculado con escuelas de diseñadores, que hacen cosas con materiales sencillos y económicos, la mayoría de ellos reciclados, ahorrando muchos esfuerzos. El movimiento Maker, provee una gran cantidad de posibilidades de diseño o rediseño de actividades tecnológicas.

OJS. En lo académico ¿qué decisiones o dilemas tuvo que enfrentar al momento de iniciar su doctorado?

AQR. Recuerdo y siento que en ese momento ya tenía un camino construido y era una consecuencia obvia de lo que venía haciendo. La maestría que cursé surge de lo realizado en el colegio con la revista digital y la emisora, de hecho, durante la maestría, diseñamos un software llamado “periódico electrónico hipermedial”, que permitía hacer los periódicos escolares en formato de hipermedia, con la posibilidad de la interactividad de estas tecnologías. Con este software se creó ese segmento que hoy es muy popular y es, la interactividad del lector que puede hacer comentarios al articulista, volviendo el texto mucho más dinámico. Para la maestría, me enfoqué en responder una pregunta que en su momento hizo el profesor Germán Vargas en un artículo: “¿es posible actualizar la pedagogía de Célestin Freinet? (Vargas, 2006) Freinet publica sus libros referidos a “los métodos naturales”, en los que lleva a la escuela elementos que naturalizan el aprendizaje, en especial del lenguaje. En su momento, la respuesta a esa pregunta fue el periódico electrónico hipermedial, lo que se hacía en el colegio con la revista, con la emisora, integrando estas nuevas formas y dando respuesta incluso a temas más profundos, ¿cómo? ¿por qué? y ¿para qué? las tecnologías en la escuela. La conjugación de la conectividad, la hipermedialidad, la hipertextualidad, la interactividad y la conectividad, como potencialidades de las tecnologías digitales en lo descrito previamente, favorecen la formación.

Con lo anterior, se genera una cosa muy interesante, porque sigo haciendo investigación en ese campo, una con la profesora Rocío Rueda, que permite publicar el libro “ellos vienen con el chip incorporado” (Rueda-Ortiz & Quintana-Ramírez, 2013), adicionalmente se hace un trabajo en inglés, con la profesora Amparo Clavijo (Clavijo-Olarte et al., 2011; Clavijo-Olarte & Quintana-Ramírez, 2003, 2005), que permite hacer un par de publicaciones. Finalmente, una publicación de Castilla La Nueva, con los profesores Sergio Briceño, Ruth Molina, Andrea Ruiz y Andrés Castellanos (2012) donde ya se mira el mundo en Internet, la conectividad. Todo este recorrido, me da un primer punto de apoyo para iniciar el doctorado. Apliqué a una beca para irme a Dundee, Escocia, con Nick Hine quién sería mi director, pero en ese momento Europa entró en una crisis, por lo que la beca no se pudo lograr. Sin embargo, la UDFJC, la UPN y la Universidad del Valle, ofrecen estudios de doctorado, y es allí donde inicio mis estudios. Básicamente lo que hago allí es, proponer un trabajo de conectividad e hipermediabilidad, conjugando estos dos elementos para analizar las consecuencias, en el espacio escolar. OJS. Los estudiantes, ¿vienen con el chip incorporado? AQR. El título de ese libro sale de una expresión de una profesora dentro de la investigación y que muestra un imaginario colectivo que se originó en la generación adulta y aún se mantiene, y es que pareciera que las nuevas generaciones vienen mejor dotadas genéticamente para vincularse con estas tecnologías. Por supuesto eso no es cierto; los 30.000 años de registros de la evolución de la humanidad, muestran que genéticamente seguimos siendo iguales, no ha habido un cambio, por eso el arte primitivo es tan espectacular, porque ellos eran tan artistas como nosotros, incluso muchos desarrollos en ingeniería, muestran avances impresionantes en sus tecnologías, que aún hoy en día, siguen siendo un misterio para los seres humanos contemporáneos, en suma el homo sapiens sigue siendo el mismo en términos de su estructura genética y de su aparato cognitivo. Ahora lo que, si es cierto, es que, a partir de la tecnología, de la escritura, el ser humano evoluciona cultural, socialmente y como especie mucho más rápido, esto es conocido como inteligencia conectiva y colectiva; el poder de las máquinas nos ha hecho mucho más rápidos, pero seguimos siendo iguales genéticamente. Entonces, la expresión de qué vienen con el chip incorporado, es un imaginario que persiste, de lo que se trata realmente, es que las nuevas generaciones, tienen mayores vivencias, más contacto, más

experiencias y unos tiempos de dedicación que definitivamente les permiten desarrollar unas habilidades, que las generaciones adultas no necesariamente hacen, por qué no se tiene el tiempo, la dedicación, la necesidad o el interés por eso.

OJS. En su proceso de formación doctoral ¿Cómo fue la experiencia de pasantía con el profesor Jesús Martín Barbero?

AQR. En una primera pasantía me pongo en contacto con Inés Dussel, quien viene trabajando la relación sobre el poder de la imagen en estas tecnologías. Ella es una persona muy cordial y me recibe muy bien, invitándome a ir a Buenos Aires a trabajar con su grupo de investigación. Es allí donde me encuentro con un par de colegas, Abel Rodríguez de Fraga y Cesar Linietsky, expertos en didáctica de la tecnología, quienes enriquecen mucho esa perspectiva que venía trabajando. El grupo de Inés me permitió mirar a fondo cómo venían abordando el problema de la imagen. En este equipo, muchos colegas vienen trabajando esa dimensión, ofreciendo elementos pertinentes para enriquecer mi propuesta. También me encuentro con Alejandro Pisitelli, con Abel Rodríguez de Fara, y con Cesar Izesqui. Esa visita fue muy enriquecedora, no obstante, cuando regreso al país y tengo que hacer mi toma de datos, la pregunta es ¿dónde encontrar un espacio escolar que esté trabajando conectividad? ¿conectividad real! Conectividad que no es cierta en los colegios, ese ha sido un eufemismo de los gobiernos, es así como me encuentro con una experiencia que viene haciendo la Universidad Javeriana, con Samsung y la Secretaria de Educación del Distrito, hallando el espacio perfecto con estudiantes de quinto que iban a Centro Ático de la Universidad Javeriana cada 15 días. Adicionalmente, los estudiantes en su colegio, dedican un día para este proyecto, es decir, todas las semanas tienen trabajo relacionado con conectividad y esto tiene que ver con las posibilidades de multimodalidad, hipermedia y transmedia. Además, en la Universidad Javeriana existe un seminario que se hace durante año y medio y que está a cargo de Jesús Martín Barbero, al cual asisten muchos doctores y doctorandos; eso fue realmente una fortuna, puesto que el encuentro era cada semana o cada 15 días, en el que se compartía sobre lo que cada uno venía haciendo en el trabajo de investigación doctoral, era un diálogo sobre una perspectiva comunicativa amplia, donde tanto Jesús Martín, como algunas particularidades de todos los presentes, enriquecían el seminario. Fue la mejor época del doctorado que surgió en ese proceso de pasantía (Quintana-Ramírez, 2020).

OJS. Pensando en quienes están cursando un doctorado, o en quienes están hablándole a los doctorandos, incluso a quienes diseñan los currículos de un doctorado ¿las pasantías son necesarias?

AQR. La respuesta es sí, la pasantía es algo que definitivamente enriquece el trabajo. Son una oportunidad enorme. En mi caso particular, la construcción desde el grupo de investigación de Inés en Buenos Aires y el seminario con Jesús Martín, quien fue un personaje y una autoridad académica reconocida en el mundo, me permitió ver a través de toda esa perspectiva que trabajó durante tantos años, con sus puntos de vista y una postura política muy clara, en términos de una gran claridad, lo que significan en este mundo, las tecnologías en el área educativa.

6. Referencias

- Clavijo-Olarte, A., & Quintana-Ramírez, A. (2003). Creación de hiperhistorias: una estrategia para promover la escritura. *Íkala, Revista De Lenguaje Y Cultura*, 8(14), 1–21.
- Clavijo-Olarte, A., & Quintana-Ramírez, A. (2005). *Maestros y estudiantes escritores de hiperhistorias* (1a Edición). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Clavijo-Olarte, A., Quintana-Ramírez, A., & Quintero, L. (2011). *Enseñanza del inglés y medios digitales: nuevos retos y posibilidades para la escuela*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Herrera-Jiménez, M. (1997). *Huellas de educación en tecnología: Experiencias de maestros*. Ministerio de Educación Nacional - Colombia.
- Quintana-Ramírez, A. (2020). Conectividad, hipermedialidad y multimodalidad: de la cultura digital al espacio escolar. *Colombian Applied Linguistics Journal*, 22(2), 202–220. <https://doi.org/10.14483/22487085.16467>
- Quintana-Ramírez, A., Páez, J. J., & Téllez-López, P. (2018). Actividades tecnológicas escolares: un recurso didáctico para promover una cultura de las energías renovables. *Pedagogía y Saberes*, 48, 43–57. <https://doi.org/10.17227/pys.num48-7372>
- Rueda-Ortiz, R., & Quintana-Ramírez, A. (2013). Ellos vienen con el chip incorporado. En *Serie Investigación IDEP* (Tercera Ed). Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico - IDEP.
- Ruíz-Anzola, A., Quintana-Ramírez, A., Molina-Vasquez, R., & Briceño-Castañeda, S. (2012). *El aula invisible a través de las pantallas Portátiles e Internet en la escuela: experiencia uno a uno*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Vargas, G. (2006). ¿Es posible actualizar la pedagogía de Celestin Freinet? En *Filosofía, pedagogía, tecnología* (pp. 291–300). Impresor Sociedad de San Pablo.

PERCEPÇÕES DE CRIANÇAS DA EDUCAÇÃO INFANTIL SOBRE OS CONCEITOS DE CIÊNCIA E DE CIENTISTA

CHILDREN'S PERCEPTIONS OF EARLY CHILDHOOD EDUCATION ABOUT SCIENCE AND SCIENTIST'S CONCEPTS

PERCEPCIONES DE NIÑOS EN EDUCACIÓN PRIMARIA SOBRE LA CIENCIA Y LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Fernanda do Amaral Ximendes * , Edward Frederico Castro Pessano ** 

Pessano, E; Ximendes, F. (2022). Percepções de crianças da Educação Infantil sobre os conceitos de ciência e de cientista. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(3), pp. 451-464
DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17137>

Resumo

Este trabalho é fruto de uma pesquisa, estudo de caso, realizada com crianças da Educação Infantil em uma Escola Municipal na cidade de Uruguaiana/Rio Grande do Sul, no ano de 2018. A pesquisa tem por escopo verificar as percepções das crianças sobre ciências e cientista. O grupo pesquisado foi composto por 21 crianças pertencentes à última etapa da Educação Infantil. Os dados foram obtidos através de questionamentos/entrevistas e desenvolvimento de um desenho pelas crianças. A análise dos questionamentos foi de caráter qualitativo e para as análises dos desenhos foi utilizada uma metodologia adaptada da análise de conteúdo através de comparação com as respostas das crianças. Os resultados demonstram que as percepções das crianças sobre ciências e cientista são variadas, pois temos crianças com concepções fragmentadas, confundindo cientista com outras profissões, concepções estereotipadas, as quais demonstraram uma visão do cientista apresentada em desenhos, filmes e livros e crianças sem nenhum tipo de concepção sobre cientista e ciências. Percebeu-se que quando a criança não consegue expressar-se verbalmente sobre um assunto, é possível que através do seu desenho, seja apurada a sua representação gráfica, o seu pensamento e sua concepção sobre o que foi questionado.

Palavras-Chave: Percepção. Processo cognitivo. Educação pré-escolar. Educação da primeira infância.

* Mestra em Educação em Ciências. Pedagoga da Universidade Federal do Pampa, Brasil. Email: fernandaximendes@unipampa.edu.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7829-2686>

** Doutor em Educação em Ciências. Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Pampa, Brasil. Email: edwardpessano@unipampa.edu.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6322-6416>
Artículo recibido en octubre de 2020 aceptado en julio 2022

Abstract

This work is a research result of a case study, carried out with children of Early Childhood Education in a Municipal School in Uruguaiana/Rio Grande do Sul in 2018. The objective is to verify the perceptions of children about science and scientist. The group under study was 21 children from the last stage of Early Childhood Education. Data arise through surveys and drawings elaborated by the children. Qualitative techniques support the analysis. Drawings were studied through a methodology adapted from a content analysis comparing children's responses. Results show that children's perceptions of science and scientist are varied. We found some with fragmented conceptions confusing the scientist with other professions, others with stereotyped conceptions leading a vision of the scientist presented in drawings, movies, and books, and others without any conception of science and scientist. It is notable that when the child cannot express himself verbally about a topic, it is possible to know what they think through his drawing or graphic representation.

Keywords: Perception. Cognitive process. Pre-school education. Early childhood education.

Resumen

Este trabajo es resultado de una investigación de tipo estudio de caso, realizada con niños de Educación Infantil en una Escuela Municipal de Uruguaiana/Rio Grande do Sul, en el año 2018. La investigación tiene como objetivo verificar las percepciones de los pequeños sobre ciencia y científico. Se trabajó con 21 niños de la última etapa de Educación Infantil. Los datos se obtuvieron a través de encuestas y de la elaboración de un dibujo por parte de los niños. El análisis de las preguntas fue de carácter cualitativo, mientras el análisis de los dibujos se desarrolló mediante una metodología adaptada del análisis de contenido haciendo comparaciones entre las respuestas de los pequeños. Los resultados demuestran que las percepciones de los niños sobre la ciencia y el científico son variadas, ya que tenemos algunos con concepciones fragmentadas, confundiendo al científico con otras profesiones, otros con concepciones estereotipadas, que evidencian una visión del científico presentada en dibujos, películas y libros y algunos otros sin ningún tipo de concepción sobre científico y ciencia. Se notó que cuando el niño es incapaz de expresarse verbalmente sobre un tema, es posible que, a través de su dibujo o representación gráfica se pueda saber algo acerca de lo que piensa en relación a la pregunta.

Palabras-Clave: Percepción. Proceso cognitivo. Educación preescolar. Educación de la primera infancia.

Introdução

1. Considerações iniciais

Este trabalho tem por escopo verificar as percepções das crianças da última etapa da Educação Infantil sobre o que é ciências e cientista. A percepção sobre um determinado tema, conteúdo ou conhecimento é de grande

relevância para o entendimento do desenvolvimento do processo pedagógico e cognitivo dos indivíduos, especialmente em idade escolar.

Nesse cenário, analisar o entendimento de crianças em relação ao que é ciência e o que é um cientista, pode favorecer o desenvolvimento

de estratégias de ensino, que contribuam para com o desenvolvimento desta área do saber, especialmente durante os primeiros anos escolares, quando a curiosidade e a necessidade de obter respostas sobre o mundo se caracterizam como uma busca incessante por parte dos aprendentes.

Desta forma, a obtenção dos dados sobre estas percepções podem ser alcançadas de diferentes formas, desde a aplicação de questionários/entrevistas até avaliação comportamental sobre certas situações.

O presente trabalho buscou as referidas respostas, a partir da aplicação de questionamentos em forma de conversa com as crianças e também, pelo desenvolvimento de desenhos onde as mesmas, deveriam expressar a sua visão sobre a ciência e o cientista, respectivamente.

O desenho na Educação Infantil destaca-se como uma linguagem gráfica que é importante no desenvolvimento global da criança, pois possibilita a expressão, comunicação e podem atribuir sentido a sentimentos, sensações, pensamentos e a realidade em que estão inseridos. Essas representações se dão “por meio da organização de linhas, formas, pontos, tanto bidimensional como tridimensional, além de volume, espaço, cor e luz na pintura, no desenho, na escultura, na gravura, na arquitetura, nos brinquedos, bordados, entalhe, etc.” (Brasil, 1998, p. 85).

As manifestações artísticas através do desenho iniciam nos primeiros anos de vida e através dessas manifestações a criança expressa, comunica seus sentimentos e pensamentos sobre o meio em que está inserida. O desenho também envolve aspectos cognitivos e afetivos, na medida em que os traços dão forma ao pensamento que leva a construção de conhecimentos e evoluem conforme a maturidade da criança e seu desenvolvimento.

De acordo com RCNEI:

As Artes Visuais estão presentes no cotidiano da vida infantil. Ao rabiscar e desenhar no chão, na

areia e nos muros, ao utilizar materiais encontrados ao acaso (graveto, pedras, carvão), ao pintar os objetos e até mesmo seu próprio corpo, a criança pode utilizar-se das Artes Visuais para expressar experiências sensíveis. Tal como a Música, as Artes Visuais são linguagens e, portanto, uma das formas importantes de expressão e comunicação humanas, o que, por si só, justifica sua presença no contexto da educação, de um modo geral, e na educação infantil, particularmente (Brasil, 1998, p. 85).

Sendo assim, percebe-se a importância do desenho na Educação Infantil e sua evolução à medida que se desenvolvem cognitiva, motora e afetivamente.

2. Linguagem do desenho

O desenho como linguagem é uma forma de comunicação desde os primórdios da civilização, pois o homem primitivo registrou sua história através de desenhos, imagens deixadas nas cavernas. Conforme DERDYK (1990):

O homem sempre desenhou. Sempre deixou registros gráficos, índices de sua existência, comunicados íntimos destinados a posteridade. O desenho, linguagem tão antiga e tão permanente, sempre esteve presente, desde que o homem inventou o homem. Atravessou as fronteiras espaciais e temporais, e, por ser tão simples, teimosamente acompanha nossa aventura na Terra (p. 10).

Nesse contexto, pode-se pensar o desenho como linguagem universal. O desenho registra um momento histórico, social, cultural que perpetuará diferentes gerações.

LOPES (2009) nos diz que:

Registro: expressão, pensamento, comunicação. Registro: linguagem! Desde muito cedo, a criança, imersa em um mundo repleto de signos, inicia o processo de produção de linguagem – linguagens – e de aquisição da língua convencional. Gestos, expressões, balbucios antecedem a produção das primeiras palavras. Desenhos, representações gráficas, escrita de signos não convencionais, construção do sistema alfabético de escrita. Gestos brincadeiras como linguagem, comunicação (p. 53).

Na Educação Infantil existem diferentes formas de aquisição de linguagens, sejam elas, verbais ou não verbais. O desenho como linguagem é uma forma privilegiada da criança para expressar seu pensamento, comunicar-se e registrar algo. “Livre das amarras sociais, a criança produz, cria, inventa formas de representar pensamentos, desejos, percepções da realidade, construídas em seu contato diário com os outros, com o mundo” (Lopes, 2009, p. 54). Desenhando a criança imprime registros, portanto, expressa e comunica.

Na construção de sua comunicação, expressão, os pequenos, podem utilizar-se de diferentes materiais e locais (giz, lápis, hidrocor, areia, pedaços de pau, tinta, parede, muro, papel, argila, massinha de modelar, etc.). Ao utilizar diferentes espaços e materiais a criança tem a possibilidade de vivenciar experiências diferentes, sensações e sentimentos que futuramente lhe propiciarão construir conhecimentos sobre o mundo, sobre si mesmas, sobre a natureza, enfim, diferentes saberes. Para RABELLO (2013):

O desenho é a maneira que as crianças têm de se comunicar e de se posicionar no mundo. É ainda uma linguagem singular, que nos possibilita conhecer o mundo infantil e como esta criança se sente no mundo. Em poucas palavras, podemos definir o desenho como sendo uma linha que contorna algo, que envolve uma determinada forma. Então, podemos desenhar com barbante, com lápis, com arames e também com giz de cera, com os dedos, com tinta; enfim, o desenho pode estar em qualquer local, desde que exista alguém querendo contar algo e um local onde isso possa ser registrado (p. 11).

O espaço da Educação Infantil é rico em locais apropriados para a representação artística dos pequenos, está presente nas atividades diárias através de modelagem, desenhos em diferentes locais e exploração de diversos materiais, sempre de acordo com a faixa etária das crianças e nesse processo de construção o papel do professor como mediador torna-se essencial para auxiliá-los na produção e evolução do desenho. “O

desenho infantil passa por diversas etapas, que acontecem em consonância com o seu desenvolvimento global, isto é, o motor, o psicológico e o intelectual” (Rabello, 2013, p. 11).

Portanto, é importante para o educador infantil conhecer as fases do desenvolvimento infantil e fases do desenho para, de certa forma, entender, compreender e reconhecer se os desenhos estão adequados a faixa etária na qual a criança se encontra, considerando que essas etapas são flexíveis.

Ao desenhar, a criança brinca de forma prazerosa, expressando seus pensamentos e emoções deixando marcas no papel. Primeiramente a criança percebe o lápis como um objeto e o explora-o; depois ao riscar no papel ela percebe o lápis como um objeto mágico e inicia sua exploração imprimindo traços sobre o papel; a criança utiliza primeiramente o lápis como um objeto utilizando-o como um brinquedo. De acordo com DERDYK (2004), o desenho expressa a vivência e torna-se uma brincadeira que gera prazer. Nesse sentido, GREIG (2004) nomeia esta etapa como “idade de ouro” em que o desenho da criança pequena é impulsionado pelo prazer.

Os primeiros desenhos são feitos pelo simples prazer de riscar para produzir algo no papel e nesse contexto, as paredes, o chão e alguns móveis são locais que os pequenos escolhem para registrar sua nova descoberta.

A criança rabisca pelo prazer de rabiscar, de gesticular, de se aprimorar. O grafismo que daí surge é essencialmente motor, orgânico, biológico, rítmico. Quando o lápis escorrega pelo papel, as linhas surgem. Quando a mão para, as linhas não acontecem. Aparecem, desaparecem. A permanência da linha no papel se investe de magia e esta estimula sensorialmente a vontade de prolongar este prazer (Derdyk, 2004, p. 56).

Nesse sentido, BASSEDAS, HUGUET, SOLÉ (1999) afirmam que:

A princípio, as crianças observam que as suas manipulações com lápis no papel deixam marcas;

então, pintam e fazem rabiscos por simples prazer. Aos poucos, dão-se conta de que podem representar a realidade de maneira que cada vez possa ser mais reconhecida e os seus desenhos são mais fiéis à realidade (p. 84).

Pode-se inferir que o desenho é um veículo de expressão do brincar, da ludicidade, da criatividade e ambas se complementam. Ao desenhar a criança alimenta sonhos, expressa sentimentos, reproduz realidades, estimula pensamentos e percepções que construiu até o momento.

O desenho como linguagem se constitui como um instrumento de comunicação e construção de conhecimentos sociais, culturais, cognitivos, psicomotor e afetivos. Ao construir esses diferentes conhecimentos a criança percorre novos caminhos, vivencia diferentes momentos e apropria-se do mundo. Durante o desenho os estudantes estabelecem relações do seu mundo interior para o exterior, adquirindo e reformulando conceitos, bem como, aperfeiçoa suas capacidades. Desenvolve-se plenamente, envolvendo-se afetivamente e exercitando-se mentalmente.

READ (2001) afirma que o desenho é um modo de expressão da criança e pode ser considerado um processo mental. É também através do desenho que a criança imagina e inventa, despertando a curiosidade e o conhecimento.

A criança quando desenha traz imagens mentais para o papel e cria sua própria obra de arte, ou seja, transforma o que tem na sua imaginação em linguagem artística. O desenho infantil é uma representação única, pois cada criança tem um traçado, um estilo de passar ou comunicar sua ideia, usando para este fim, imagens, signos e símbolos.

O desenho para a criança é algo descompromissado, compara-se a uma brincadeira como outra qualquer, não atribuindo muito valor. Porém, para os pais e professores é algo precioso, pois nos desenhos, há quase sempre uma história a ser contada por entre as linhas, traços, pontos e formas.

3. A evolução do desenho no desenvolvimento infantil

A criança independente de sua cultura, localidade e etnia apresenta desenvolvimento global semelhante, e o desenho, não é diferente, pois tem suas etapas. Provavelmente, a cultura poderá influenciar a realização do desenho mais adiante, mas as etapas vividas são praticamente as mesmas.

Nesse sentido, existem teorias e diferentes interpretações a respeito da produção gráfica infantil. Alguns estudiosos dessa área apontam fases para o desenvolvimento do desenho infantil, considerando a faixa etária da criança. Entre os mais conhecidos estão: LOWENFELD (1977), LUQUET (apud RABELLO, 2013), PIAGET (apud MOREIRA, 1984) e BERSON (apud RABELLO, 2013).

MARTHE BERSON (apud RABELLO, 2013), uma estudiosa das produções de desenhos infantis define três etapas que acontecem por volta de dois anos de idade.

1 – Estágio vegetativo motor – caracteriza-se pelo surgimento de um traçado mais autêntico e pessoal. Este fato, ocorre por volta de um ano e seis meses quando surgem movimentos como se fossem descargas motoras, onde o motor é predominante (rabiscos).

2 – Estágio representativo – surge por volta de dois a três anos e se caracteriza pelo surgimento de algumas formas mesmo que não muito consistentes. O traçado agora não é mais uma descarga motora, são traçados descontínuos, que acontecem separadamente. Nesta etapa, as produções são mais lentas, isso porque a criança tenta fazer a reprodução de algum objeto e isso requer mais observação. Juntamente com este desenho, acontecem os comentários sobre o desenho.

3 – Estágio comunicativo – surge mais tarde, por volta de três a quatro anos. Caracteriza-se por uma imitação das produções adultas, podendo ser entendida como uma forma de escrever por meio de seus desenhos, com

representações verticais e onduladas ou ainda com bicos angulares (Rabello, 2013, p. 55).

GEORGE-HENRI LUQUET (apud RABELLO, 2013), outro estudioso dos desenhos, registra algumas fases do desenho infantil:

Realismo fortuito, este estágio acontece quando a criança já tem por volta de dois anos de idade, ele surge logo após a etapa dos rabiscos e das garatujas. Esta etapa do desenho infantil é bastante significativa, visto que tem como característica o reconhecimento das formas que desenha, apesar de não haver a intenção anterior à realização do desenho, mas a criança começa a nomear seus desenhos. A criança ainda não tem noção exata de como fazer as formas para as suas representações, mas, ao olhar seus desenhos, os nomeia. Ela já tem, portanto, alguns conhecimentos dos objetos que estão ao seu redor, sabe nomear vários deles e faz essa transposição para o desenho. Mas, as semelhanças normalmente são meramente casuais, não sendo sempre as mesmas. Isso significa dizer que, em outros momentos diferentes, as produções podem não receber o mesmo nome.

Os desenhos agora se tornam mais figurativos, mas os rabiscos não desaparecem de vez, eles, por vezes, complementam o desenho, até porque a criança deve sentir-se mais à vontade realizando algo que já domina. Com o início da figuração, começam a surgir as figuras humanas, as quais aparecem com vários detalhes e diferentes formas de representação.

Entre esta fase e a próxima, há uma fase onde a criança faz suas produções diversas, sempre buscando a representação de alguns objetos, mas as suas produções, por vezes, são satisfatórias outras não, gerando o estágio do **realismo fracassado** (p. 56).

A fase do **realismo intelectual**, que acontece por volta dos quatro anos de idade e se estende aproximadamente até os dez anos e que tem como característica a representação dos desenhos contendo elementos semelhantes ao objeto. A criança desenha não só o que vê, mas

o que sabe dele, num conjunto coerente da figura. Para representar partes ocultas do desenho surgem as transparências e nas figuras humanas surgem pessoas de perfil, havendo uma coordenação entre a forma, o espaço e a cor que estrutura o desenho.

Por último temos o **realismo visual**, que acontece aproximadamente aos doze anos. Nesta fase, a criança representa apenas os elementos visíveis do objeto e critica os seus desenhos. Aparecem claramente as influências sociais, históricas e culturais, e também, elementos de seu cotidiano. Há detalhes que particularizaram as figuras e a cor utilizada tem papel realista e decorativo. Esta fase é a etapa final do grafismo infantil, dando início as produções dos adultos. É nessa fase, que muitas vezes, a criança vai deixando de se expressar pelo desenho, visto que quer realizar o seu desenho sem falhas, perfeito.

VIKTOR LOWENFELD (1977), estudioso do desenho infantil classifica as fases do desenvolvimento do desenho em quatro estágios: **Estágio das Garatujas; Estágio PréEsquemático; Estágio Esquemático e Estágio do Realismo.**

Estágio das Garatujas: compreende aproximadamente o período de dois a quatro anos de idade onde a criança faz rabiscos ao acaso. As linhas dos desenhos se sobrepõem uma sobre as outras, formando camadas de rabiscos. A criança brinca de desenhar e aos poucos vai percebendo o seu desenho e vai evoluindo gradativamente para formas mais controladas. As “garatujas”, termo empregado pelo autor, referem-se aos rabiscos produzidos pelas crianças na fase inicial do grafismo infantil.

Estágio Pré-Esquemático: inicia aproximadamente aos quatro anos e vai por volta dos sete anos. A característica dessa etapa é a representação do real com formas e figuras mais ordenadas, mas com variações nos tamanhos. Podem aparecer também outros traços, porém bem resumidos e em pouca quantidade.

Estágio Esquemático: aparece em crianças dos sete aos nove anos de idade aproximadamente. Nessa fase, a criança desenvolve o conceito de

forma e seus desenhos são mais descritivos apresentando detalhes reais que simbolizam o que pertence ao seu mundo. Os traços representam símbolos e por este motivo essa fase também é conhecida como simbólica.

Estágio do Realismo: última fase que ocorre entre nove e doze anos de idade aproximadamente, marcada por uma maior simbolização nos desenhos. A criança consegue projetar suas produções com mais consciência. Com essa idade a criança já tem mais criticidade sobre suas produções, procurando esboçar objetos e seres como são vistos, mas, é um período em que muitas vezes se perde o poder inventivo/criativo e há certo desinteresse pelo desenho.

JEAN PIAGET (apud MOREIRA, 1984) a autora compara as fases do desenho, baseada no livro “A formação do Símbolo na criança”, em: **o exercício, o símbolo e a regra**. A etapa “**o exercício**” compreende a fase desde o nascimento até o surgimento da linguagem oral, ou seja, constitui-se no período pré-verbal, onde a criança capta e apreende o meio que a cerca através dos sentidos e da ação sobre o objeto, os movimentos são incontrolados e desordenados.

O jogo de exercício é uma ação lúdica que a criança repetirá por muitas vezes, aprimorando o movimento que já domina. Por exemplo: o desenho, pois este lhe causa prazer e é um gesto que deixa marcas.

A fase “**do simbolismo**” caracteriza-se a partir do surgimento da linguagem, até aproximadamente aos seis anos de idade. A criança demonstra interesse pela realidade simbolizada, desenha não só o que vê, mas o que imagina e o símbolo é sua maneira de representar. Nessa fase o faz de conta está presente e o olhar que acompanhava sua mão começa a segui-la.

Através da interação com o meio, a criança domina mais seus movimentos, percebendo que pode fazer novas ações o que propiciará um controle maior sobre a mão. Nesse momento, passarão a surgir movimentos espirais e círculos

fechados evidenciando a descoberta da forma. Essas

“garatujas”, posteriormente, começam a ganhar nomes e detalhes e os desenhos aproximam-se das formas reais.

A etapa “**a regra**” inicia por volta dos seis anos e representa as relações sociais assumidas do meio onde está inserida. Os desenhos perdem o caráter mágico mutante do simbolismo e passa a seguir regras e convenções definidas, compromisso com o que é real. O desenho ganha mais estruturação e expressividade, suas representações gráficas são fiéis ao aspecto observável dos objetos representados, são mais lógicos que visuais e há interesse pelos detalhes decorativos.

Na tentativa de exemplificar a classificação dessas fases por cada autor, utilizou-se o Quadro 1 a seguir extraído de BOMBONATO, FARAGO (2016).

Percebe-se que a evolução do desenho infantil ocorre ao passo em que a criança se desenvolve. Os avanços gráficos estão estreitamente ligados à maturação da percepção motora e cognitiva, onde a criança modifica sua percepção do mundo ao seu entorno com as imagens mentais que constrói.

A contribuição dos estudos realizados pelos autores citados anteriormente, considera que as crianças aprimoram sua capacidade de criação, entram em contato com o mundo imaginário através do faz de conta, representam sua realidade e suas percepções. Vale ressaltar que os estudos estão voltados para os aspectos pedagógicos das crianças, observando a relação do desenho e a aprendizagem na Educação Infantil.

Desta forma, este referencial teórico tem a pretensão de mostrar teoricamente como acontece o desenvolvimento e as etapas pelas quais, as crianças passam até adquirirem a linguagem gráfica.

Quadro 1. Fases do desenvolvimento de acordo com o nível de manifestação gráfica através do desenho.

BERSON (Méredieu 2006)	LUQUET (1969)	LOWENFELD (1976)	PIAGET (1976)
Estágio vegetativo motor	Realismo fortuito	Rabiscção Desordenada ou Garatuja: Rabiscção Longitudinal; Rabiscção	Garatuja: Desordenada; Ordenada
Estágio representativo	Realismo fracassado	Figuração Pré-esquemática	Pré-esquemático
Estágio comunicativo	Realismo intelectual	Figuração Esquemática	Esquemático
	Realismo Visual	Figuração Realista	Realismo
			Pseudo Naturalista

Fonte. As fases do desenho. Extraído de BOMBONATO, FARAGO (2016, p. 173).

4. Metodologia

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, estudo de caso, sobre as percepções dos estudantes da última etapa da Educação Infantil sobre ciências e cientista. Realizada em uma escola da rede municipal de Uruguaiana/RS, no ano de 2018.

Os dados foram obtidos através de questionamentos orais/entrevista as crianças, para todas elas foram feitas as mesmas perguntas; “Qual seu nome?”, “Quantos anos tu tem?”, “Sabe me dizer o que é ciência?”, “Sabe o que é um cientista?”. Para todas elas, foi frisado que não há resposta certa ou errada, existe somente a resposta dele (a). Após a coleta deste material, as respostas de todos os questionamentos/entrevistas foram transcritas individualmente e os desenhos produzidos foram guardados para posterior análise e categorização.

Após a exposição da percepção da criança foi solicitado que a mesma efetuasse um desenho que representasse um cientista. Para a análise qualitativa dos dados, foi utilizada a metodologia de análise de conteúdo (BARDIN, 2011). Para as análises dos desenhos foi utilizada uma metodologia adaptada da análise de conteúdo, através da comparação com as respostas das crianças, onde categorias foram surgindo a partir da análise coletiva dos autores.

O público-alvo do trabalho foram crianças da última etapa da Educação Infantil, todas têm

cinco anos ou mais, todas aleatórias, totalizando 21 crianças, sendo destas um aluno autista e uma aluna com deficiência intelectual. Os 21 estudantes participantes pertencem a diferentes turmas da escola (Turma A: 3 alunos, Turma B: 3 alunos, Turma C: 3 alunos ...), mas todas as turmas são da última etapa da Educação, ou seja, crianças que irão no ano posterior para o 1º ano do Ensino

Fundamental. Todas elas aceitaram participar da pesquisa, totalizando 100% da população almejada.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi solicitada autorização dos pais das crianças e da escola, a qual havia fornecido essa autorização, pois a cada início de ano, durante as entrevistas com as professoras os pais já assinam a autorização para uso da imagem, passeios, entrevistas, etc.

Foi destacado para a direção da escola o anonimato das crianças, sendo utilizado somente o primeiro nome para fins de avaliação das respostas em conjunto aos desenhos elaborados. O estudo foi desenvolvido no segundo semestre de 2018. As perguntas e a representação gráfica foram realizadas na sala de recursos da escola e de maneira individual a fim de que as respostas das crianças não tivessem influência de uma sobre as outras. Durante a coleta das informações, sempre dois pesquisadores estavam presentes com a criança na sala.

Os questionamentos e desenhos não apresentaram questões de caráter particular e foram somente identificados pelo primeiro nome para fins de correlação. Assim, as questões tratam única e exclusivamente sobre as percepções e o entendimento das crianças sobre ciências e cientista.

5. Resultados e discussão

Na Educação Infantil a criança inicia sua vida escolar, tem seu primeiro contato com a escola e professores. Nesta etapa, ela começa a construir sua identidade, estabelece relações, constrói conhecimentos em diferentes áreas e desenvolve-se em sua totalidade.

As crianças colaboradoras dessa pesquisa têm idade entre cinco e seis anos, última etapa da Educação infantil. Ao analisar os dados coletados obtivemos quatro categorias para os desenhos e respostas das crianças.

Categoria 1: Sem percepções sobre ciências e cientista

Nessa categoria as crianças participantes da pesquisa não apresentaram nenhuma percepção, conhecimento sobre ciências e cientista (Figura 1). Essa categoria correspondeu a 14,28% do total dos resultados.



Figura 1. Representação gráfica das crianças (sem percepções de ciências e cientista). **Fonte:** Dados da pesquisa (2020).



Figura 2. Representação gráfica das crianças (ideia remota sobre cientista). **Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

Segundo as respostas das crianças, elas não sabem o que é ciências e nem cientista. Apenas desenharam o que sentiram vontade. Destaca-se que o primeiro desenho pertence a um aluno autista. Percebe-se que nesse momento, as crianças não conseguiram expressar suas percepções sobre as questões realizadas, seja por falta de interesse ou por falta de conhecimento.

Categoria 2: Ideia remota do que faz um cientista

Nessa categoria as crianças dizem que não sabem o que é ciências e nem cientista, porém ao desenhar elas relataram o que pensam sobre o que um cientista faz (Figura 2). Elas representam 14,28% do total de crianças.

No primeiro desenho a aluna K representou o cientista e sua família, alegando que se o cientista

é uma pessoa ele tem família. O segundo desenho do aluno L ao desenhar expressa que cientista faz carro de bombeiro. E o terceiro desenho pertence ao aluno M que diz que cientista faz helicóptero.

Fica claro que as crianças possuem percepções sobre o que faz um cientista, porém não sabem o que é ciências. O desenho infantil traz nas suas representações muito conteúdo simbólico. JUNG (apud RABELLO, 2013, p. 61) “afirma que nos desenhos vamos encontrar muitos símbolos que habitam o nosso inconsciente”.

Conforme RABELLO (2013):

O desenho é uma representação simbólica. Sendo assim, precisamos conceituar o que entendemos por símbolo. Há uma diferença entre o símbolo e o sinal. Jung (1968) afirma que o sinal é uma convenção criada pelo homem e não carrega um significado em si mesmo. Representando objetos, ordens comuns a uma

cultura ou a um determinado grupo social, os símbolos são fenômenos naturais, trazendo significados subjacentes. Os símbolos vão além do que se vê, são inseparáveis para quem desenha ou os sonha ou os pinta, ou escreve (p. 62).

Sendo assim, o desenho e seus símbolos só ganham significado quando vistos a partir do contexto em que se encontram, quem os desenhou e seus conhecimentos conscientes ou inconscientes.

Categoria 3: Confusão entre cientista e outras profissões

Nessa categoria, as crianças apresentam suas percepções do que faz um cientista, porém confundem cientista com outras profissões (Figura 3). Dizem que não sabem o que é ciências. Elas representaram 23,80% dos dados obtidos.



Figura 3. Representação gráfica das crianças (confusão entre cientista e outras profissões).

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Na primeira imagem a aluna G (aluna com deficiência intelectual) diz que cientista é doutor. Na segunda imagem a aluna LE afirma que cientista é um pintor, desenhou o cientista pintando quadros com flores, árvores e borboletas. Na terceira imagem o aluno MA diz

que cientista é um dentista e desenhou o cientista e o paciente que ia tirar os dentes. Na quarta imagem do aluno J que diz que cientista é um vendedor de sorvete e desenha o cientista e seu carro de sorvete. Na última imagem da aluna T, ela afirma que cientista é dentista e se auto

desenha após a ida no cientista. Até pode-se inferir que as crianças compreendem cientista com o nome de uma pessoa.

É nítido que as crianças representaram suas percepções sobre o que faz um cientista, dentro do seu conhecimento ou imaginação, mesmo sem saber o que é ciências. “É assim que, por meio do desenho, a criança cria e recria individualmente formas expressivas, integrando percepção, imaginação, reflexão e sensibilidade

que podem então ser apropriadas pelas leituras simbólicas de outras crianças e adultos” (Brasil, 1998, p. 93).

Categoria 4: Cientista “estereotipado”

Nessa categoria, as crianças dizem que não sabem o que é ciências, porém demonstram que tem uma imagem de cientista, de certa forma estereotipada, vista em desenhos animados e filmes (Figuras 4 e 5). Elas representaram 47,61% do total.



Figura 4. Representação gráfica das crianças (cientista “estereotipado”). **Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

O primeiro desenho pertence ao aluno B, ele desenhou o cientista e a sua máquina de experiências, segundo ele o cientista faz várias experiências. O segundo desenho é da aluna C, ela desenhou o cientista observando a natureza, olhando o mar, o sol, os animais e árvore. O terceiro desenho é da menina J, que diz que cientista faz poções, desenhou de um lado o cientista e do outro lado suas poções.

O quarto desenho é da menina I que desenhou o cientista e suas fórmulas e poções. O quinto desenho pertence ao H que diz que cientista faz

minhocas, larvas e meleca verde. O sexto desenho é do MU que desenhou vários cientistas e suas famílias.

O sétimo desenho é do aluno E que desenhou o cientista com seu raio laser (que deixa as coisas e pessoas maiores) e as fórmulas em cima da mesa. O oitavo desenho é da aluna TH, segundo ela cientista trabalha usando a tecnologia, ele faz ciências e usa capa. Em sua representação gráfica a aluna desenha vários cientistas e suas bancadas com muitos acessórios (lupa, caderno, caneta, lápis). O nono desenho pertence a V que

desenhou o cientista e suas poções. E o décimo desenho é da aluna N que desenhou o cientista e sua criação (portal mágico).

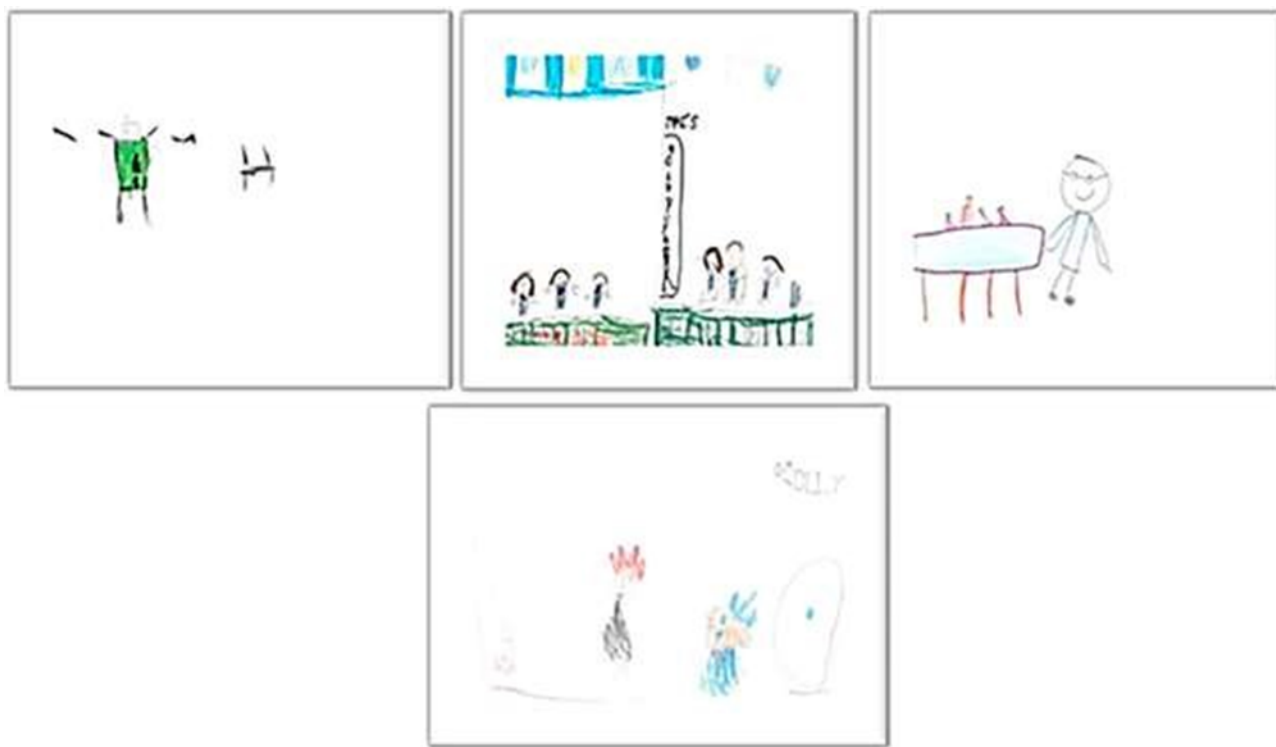


Figura 5. Representação gráfica das crianças (cientista “estereotipado”). **Fonte:** Dados da pesquisa (2020).

Percebe-se nos desenhos feitos pelas crianças a imagem do cientista voltado à natureza, criações de fórmulas, poções, portais, raio laser, enfim, o que vemos muito em desenhos animados e filmes.

Nesse sentido, DE CARVALHO (2013, p. 42) afirma que “A popularização do uso da internet afetou profundamente a sociedade, e especialmente os novos educandos. A mídia bombardeia a todos com uma enxurrada de informações, notadamente visuais [...]”. As percepções das crianças podem ter sido construídas na família, na influência da mídia e meios de comunicação, mas cabe à escola mostrar as crianças que ciências e cientistas não estão tão distantes assim, são pessoas comuns que fazem do seu trabalho, dedicação e estudo um meio para pesquisar e difundir seus

conhecimentos, apontar melhorias ou possíveis soluções para um problema.

Iniciar na Educação Infantil o incentivo a pesquisa, a buscar por resposta as dúvidas, a vontade de investigar sobre uma situação ocorrida será importante para quem sabe, modificar um pouco esse estereótipo de cientista “mágico”, “herói ou vilão”, que cria poções e fórmulas mágicas. Incentivar que todos eles, meninos e meninas, têm condições e podem ser cientistas, basta ter vontade, dedicação e estudar. Mostrar que a ciência está presente em nosso cotidiano e que podemos utilizá-la da melhor forma possível.

6. Considerações finais

Ao analisarem-se as percepções das crianças sobre ciências e cientista através do desenho infantil, reconhece-se a importância dessa

manifestação gráfica que faz parte do universo infantil, utilizada como uma linguagem de comunicação e expressão.

Por ser o desenho uma linguagem gráfica em que a criança deixa registrada em cada traço, forma, cor, riscos e rabiscos a sua percepção sobre objetos, pessoas e conceitos, ainda não bem estruturados devido a sua pouca idade e vivência, ele é uma boa forma de registro para a Educação Infantil. Através do desenho a criança registra suas alegrias, medos, sonhos e pensamentos, ao mesmo tempo, nos permite conhecer um pouco sobre ela, como pensa e como age no meio que a circunda.

Ao passo que se desenvolve globalmente, a criança, desenvolve sua expressão gráfica que é inata da natureza humana, visto as fases do desenho apresentadas por estudiosos (as) da área. O grafismo infantil reflete sua maturação cognitiva e motora, bem como, suas condições socioculturais e os estímulos recebidos ao longo da sua vida.

As crianças da Educação Infantil estão no auge de seu desenvolvimento pleno e seu desenho se desenvolve nesse mesmo processo de maturação biológica, cognitiva, social e cultural. Nessa etapa da educação é que elas experimentam pela primeira vez a atividade de desenhar.

Os desenhos não são traços isolados, revela o conhecimento que a própria criança tem, de si mesma e do mundo, sendo adquirido social e culturalmente. Cada criança é diferente e necessita de estímulos para aprender, alguns mais outros nem tanto, mas todos necessitam de um olhar diferenciado do professor em sala de aula.

Notou-se na maioria das crianças que elas não sabem expressar o que é ciências, e talvez nem os adultos saibam conceituá-la, porém expressam em seus desenhos a imagem de cientista que tem em suas percepções. A influência da mídia na vida dos pequenos é diária e não há como evitá-la, pois, está presente em nosso cotidiano em todos os momentos do dia. Os desenhos infantis podem ter uma utilidade pedagógica, por exemplo, o desenho “Show da Luna”, em que a

personagem principal se transforma de forma lúdica em uma cientista e vai buscar respostas para suas inquietações. Mas nem todos os desenhos animados e filmes são educativos, na sua maioria, eles têm apenas aspectos fantasiosos, que tem a pretensão de entretenimento e, talvez, propiciar a reflexão das crianças sobre algum ponto relevante.

A última categoria obtida através da análise dos desenhos permite inferir que as crianças que tem contato com imagens veiculadas pela mídia, parecem construir percepções de ciências e cientista baseadas nos estereótipos representados pelos personagens de desenhos animados e filmes de ficção científica. A escola infantil pode ser o primeiro momento de construção, onde se abre possibilidades para outras reconstruções, sobre ciências e cientista, e nas etapas escolares posteriores elas terão outras possibilidades e vivências para agregar novos saberes aos já adquiridos.

Faz-se necessário oportunizar as crianças momentos lúdicos que envolvam as ciências, demonstrar a elas que a ciência está presente em nosso dia-a-dia e que cientista são pessoas comuns que tem a pretensão de buscar respostas para suas dúvidas/curiosidades. Abordar com os pequenos através de atividades investigativas que eles também podem, se quiserem, ser cientistas. Independentemente de seu gênero, etnia, classe sociocultural, poder econômico, basta querer e buscar atingir esse objetivo.

7. Referencias

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. Edições 70. São Paulo: Brasil, 2011.
- BASSEDAS, E.; HUGUET, T.; SOLÉ, I. **Aprender e ensinar na Educação Infantil**. Traduzido por: OLIVEIRA, C. M. Artes Médicas Sul. Porto Alegre: Brasil, 1999.
- BOMBONATO, G.A.; FARAGO, A.C. As etapas do desenho infantil segundo autores contemporâneos. **Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade**, Bebedouro, v. 3, n. 1, pp. 171-195. 2016. Disponível em: <http://unifafibe.com.br/revistasonline/arqui>

Pessano, E; Ximendes, F. (2022). Percepções de crianças da Educação Infantil sobre os conceitos de ciência e de cientista.

vos/cadernodeeducacao/sumario/40/3004
2016104546.pdf. Visitado em: 10 dez.
2019.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto.
Secretaria de Educação Fundamental.

**Referencial curricular nacional para a
educação infantil.** MEC/SEF. Brasília:
Brasil, 1998.

DE CARVALHO, A.V. A modernidade, o ensino
de ciências e a geração net. A
experimentação como estratégia
motivacional. **Góndola, Enseñanza y
Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 8,
n. 1, pp. 36-53. 2013. Disponível em:
<https://doi.org/10.14483/23464712.5022>.
Acesso em: 12 maio 2021.

DERDYK, E. **Formas de pensar o desenho:
desenvolvimento do grafismo infantil.** 3.
ed. Scipione. São Paulo: Brasil, 2004.

DERDYK, E. **O desenho da figura humana.**

Scipione. São Paulo: Brasil, 1990.

GREIG, P. **A criança e seu desenho: o
nascimento da arte e da escrita.** Artmed.
Porto Alegre: Brasil, 2004.

LOPES, A.C.T. **Educação Infantil e registro de
práticas.** Cortez. São Paulo: Brasil, 2009.

LOWENFELDT, V. **A criança e sua arte.** Mestre
Jou. São Paulo: Brasil, 1977.

MOREIRA, A.A.A. **O espaço do desenho: a
educação do educador.** Edições Loyola.
São Paulo: Brasil, 1984.

RABELLO, N. **O desenho infantil: entenda como
a criança se comunica por meio de traços
e cores.** Wak. Rio de Janeiro: Brasil, 2013.

READ, H. **A educação pela arte.** Traduzido por:
SIQUEIRA, V.L. Martins Fontes. São Paulo:
Brasil, 2001.

AS ATUAIS TENDÊNCIAS DAS PESQUISAS BRASILEIRAS EM ENSINO DE QUÍMICA: UM ESTADO DO CONHECIMENTO DE PERIÓDICOS ESPECÍFICOS

CURRENT TRENDS IN BRAZILIAN RESEARCH IN CHEMISTRY TEACHING: A STATE OF KNOWLEDGE OF SPECIFIC JOURNALS

LAS TENDENCIAS ACTUALES DE LA INVESTIGACIÓN BRASILEÑA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: UN ESTADO DE CONOCIMIENTO DE REVISTAS ESPECÍFICAS

Thais Adrienne Silva Reinaldo * , Gabriela Martins Piva ** 
Andressa Algayer da Silva Moretti *** , Ana Maria de Andrade Caldeira **** 
Roberto Nardi ***** 

Reinaldo, T; Piva, G; Moretti, A; Caldeira, A; Nardi, R. (2022). As atuais tendências das pesquisas brasileiras em Ensino de Química: um estado do conhecimento de periódicos específicos. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp. 465-486. DOI: [1https://doi.org/10.14483/23464712.17177](https://doi.org/10.14483/23464712.17177)

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo do tipo estado do conhecimento sobre as atuais tendências das pesquisas da área Ensino de Química no Brasil. Assim, objetivou-se identificar e compreender os enfoques das investigações, visando contribuir com o entendimento de educadores e pesquisadores acerca das particularidades da área. Para tanto, revisaram-se artigos publicados em dois periódicos brasileiros específicos do Ensino de Química, nos últimos cinco anos, de 2015 a 2019. O processo de análise foi fundamentado no método Análise de Conteúdo e, deste modo, a pesquisa assumiu um caráter qualitativo associado a indicadores quantitativos, visto que estes indicadores forneceram embasamento. Os resultados demonstraram que pesquisas sobre as abordagens e os meios para o ensino, bem como os sujeitos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem, estão frequentemente presentes no Ensino de Química. Tratando-se de docentes e licenciandos, predominam-se estudos referentes aos aspectos da formação inicial e continuada. Em relação às investigações com foco

* Doutoranda em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, campus Bauru, Brasil. Email: thais.adrienne@unesp.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9735-6083>

** Mestranda em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, campus Bauru, Brasil. Email: gabriela.piva@unesp.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7589-1982>

*** Doutoranda em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, campus Bauru, Brasil. Email: andressa.moretti@unesp.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9616-0601>

**** Professora Associada. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, campus Bauru, Brasil. Email: ana.caldeira@unesp.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1502-2483>

***** Professor Associado. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, campus Bauru, Brasil. Email: r.nardi@unesp.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5018-3621>

Recibido: Dic de 2020. Fecha de aceptado: mayo de 2022

nos estudantes, notou-se que os processos de aprendizagem e de significação se destacaram como objeto de estudo. Contudo, conclui-se que a principal tendência são as pesquisas sobre ações e instrumentos didáticos, com ênfase nas temáticas envolvendo questões sociais e ambientais.

Palavras-Chave: Ensino de Química; Levantamento bibliográfico; Objetos de estudo.

Abstract

This paper presents a state of knowledge study on the current research trends in the area of Chemistry Teaching in Brazil. Thus, the objective was to identify and understand the investigative approaches, aiming to contribute to the understanding of educators and researchers about the particularities of the area. To this end, articles published in two Brazilian journals specific to Chemistry Teaching were reviewed in the last five years, from 2015 to 2019. The analysis process was based on the Content Analysis method and, thus, the research assumed a qualitative character associated with quantitative indicators, since these indicators provided a basis. The results showed that research on approaches and means for teaching, as well as the subjects involved in teaching and learning processes, are often present in Chemistry Teaching. In the case of teachers and undergraduates, studies concerning the aspects of initial and continuing training are predominated. Regarding investigations focusing on students, it was noted that the learning and meaning processes stood out as an object of study. However, it is concluded that the main trend is the research on educational actions and instruments, with an emphasis on themes involving social and environmental issues.

Keywords: Chemistry Teaching; Literature review; Study objects.

Resumen

Este artículo presenta un estudio de tipo estado del arte sobre las tendencias actuales de investigación en el área de la Enseñanza de la Química en Brasil. El objetivo fue identificar y comprender los enfoques investigativos, con el objetivo de contribuir a la comprensión de los educadores e investigadores sobre las particularidades del área. Para ello, se revisaron artículos publicados en dos revistas brasileñas específicas de Enseñanza de la Química en los últimos cinco años, de 2015 a 2019. El proceso de análisis se basó en el método de Análisis de Contenido y, así, la investigación asumió un carácter cualitativo asociado a indicadores cuantitativos, ya que estos indicadores sirvieron de base. Los resultados mostraron que las investigaciones sobre enfoques y medios para la enseñanza, tanto como las materias involucradas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, suelen estar presentes en la Enseñanza de la Química. En el caso de profesores y estudiantes de pregrado, predominan los estudios sobre los aspectos de la formación inicial y continua. En cuanto a las investigaciones centradas en los estudiantes, se observó que los procesos de aprendizaje y construcción de significados se destacan como objetos de estudio. Sin embargo, se concluye que la principal tendencia es la investigación sobre acciones e instrumentos educativos, con énfasis en temas relacionados con la problemática social y ambiental.

Palabras-Clave: Enseñanza de la Química; Encuesta bibliográfica; Objetos de estudio.

1. Introdução

O Ensino de Química é uma área de conhecimento recentemente consolidada, razão pela qual revisões sobre as produções da área são meios importantes para o acompanhamento e prosseguimento do seu processo de constituição enquanto área científica.

Soares (1989) afirma que, em um dado momento, o processo de evolução científico sobre um determinado tema dependerá do estudo organizado das informações e resultados já obtidos, pois, é a partir dessa compreensão que se localizam as possibilidades de integração de diferentes perspectivas, bem como as contradições e lacunas existentes.

Assim, com esta finalidade foi proposto e desenvolvido o estudo apresentado neste trabalho. Trata-se de um levantamento bibliográfico, do tipo estado de conhecimento, sobre as investigações brasileiras da área Ensino de Química.

Os trabalhos denominados como estado da arte ou estado do conhecimento, de acordo com Ferreira (2002), visam mapear e discutir aspectos da produção acadêmica de um determinado campo do conhecimento.

Esses estudos são importantes pois, além de ocasionar uma maior visibilidade para a área, possibilitam pautar os enfoques e as características das pesquisas, as condições nas quais são desenvolvidas, assim como as contribuições e as perspectivas da área. Deste modo, proporciona-se um panorama das particularidades das produções referentes a um saber, em diferentes épocas e lugares (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

Todavia, ressalta-se a distinção nas denominações *estado da arte* e *estado do conhecimento*, explicitadas por Romanowski e Ens (2006, p. 39-40):

Os estudos realizados a partir de uma sistematização de dados, denominada “estado da arte”, recebem esta denominação quando

abrangem toda uma área do conhecimento, nos diferentes aspectos que geraram produções. [...] O estudo que aborda apenas um setor das publicações sobre o tema estudado vem sendo denominado de “estado do conhecimento”.

Neste trabalho, optou-se por analisar as publicações de apenas periódicos específicos da área, referentes a um período determinado e, portanto, apresenta-se um “estado do conhecimento”.

Dentro dessa perspectiva, definiu-se como questão orientadora da investigação: *Quais são as atuais tendências da pesquisa em Ensino de Química no Brasil, de acordo com as publicações em periódicos específicos da área?*

Isto posto, por meio deste estudo, objetiva-se identificar e compreender os enfoques das investigações brasileiras sobre o ensino e a aprendizagem dos conhecimentos químicos nos últimos cinco anos, 2015 a 2019.

2. A Constituição do Ensino de Química no Brasil

O Ensino de Química tem como objeto de estudo os processos de ensino e aprendizagem de conhecimentos químicos. Assim, as pesquisas da área visam, por meio de seus fundamentos teóricos, procedimentos metodológicos adotados e análise dos resultados obtidos, identificar variáveis que afetam o ensino e a aprendizagem da Química, bem como propor e investigar possíveis modelos de aperfeiçoamento do ambiente escolar.

A origem do Ensino de Química se deu mediante às necessidades de resolver questões que não podiam ser resolvidas por outras áreas pré-existentes da Química, como a Química Analítica, Química Orgânica, Química Inorgânica e a Físico-Química (MÓL; SILVA; SOUZA, 2013; SCHNETZLER, 2002; SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995). Logo, o conhecimento químico, apesar de indispensável, já não era suficiente, como explica Schnetzler e Aragão (1995, p.2):

(...) nós, da área de educação química, nos envolvemos com interações entre pessoas (alunos e professores) e com a dinâmica do conhecimento nas aulas de química. Por isso, precisamos recorrer às contribuições teóricas da filosofia, da psicologia, da sociologia, da antropologia etc., e nelas encontrar suporte para buscarmos também delineamentos metodológicos para a realização de nossas pesquisas.

Uma das conquistas marcantes para os primeiros passos do desenvolvimento da área Ensino de Química no Brasil aconteceu em julho de 1988, com a constituição da Divisão de Ensino na Sociedade Brasileira de Química (SBQ), um espaço muito importante para a comunidade química realizar estudos e pesquisas sobre o ensino (MÓL; SILVA; SOUZA, 2013; SCHNETZLER, 2002).

A SBQ, fundada em 1977, é uma entidade que tem como objetivo representar os químicos brasileiros e, atualmente, conta com treze divisões científicas, sendo a Divisão de Ensino uma das mais antigas (MÓL; SILVA; SOUZA, 2013).

Neste sentido, recentemente, ocorreu um importante marco de representação dos educadores químicos brasileiros. Em 2018 foi oficialmente fundada a Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEnQ), durante o XIX Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). O objetivo da SBEnQ é representar professores e estudantes de instituições públicas e privadas da Educação Básica, Técnica e Superior, ou de outras instituições relacionadas ao ensino e à pesquisa em Ensino de Química e de Ciências (BRASIL, 2020d).

A organização e realização de eventos específicos também foi outra grande conquista (SCHNETZLER, 2002). O Encontro de Debates de Ensino de Química (EDEQ) e o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), promovidos a partir do início da década de 1980, são até hoje eventos nacionais muito significativos para a área (SCHNETZLER, 2002).

Além destes, no período de 1988 a 2001, iniciaram-se os eventos regionais, como os Encontros Centro-Oeste de Debates sobre Ensino de Química e Ciências (ECODEDCs), Encontros Norte-Nordeste de Ensino de Química (ENNEQs) e Encontros Sudeste de Ensino de Química (ESEQs) (SCHNETZLER, 2002).

À medida que a área se consolidava, crescia o número de trabalhos referentes ao Ensino de Química. De acordo com os dados apresentados por Schnetzler (2002), a seção de educação da revista *Química Nova* passou a publicar um número maior de artigos a partir da década de 1990.

A autora afirma ainda que, em vista dessa demanda, pesquisadores da área passaram a idealizar um mecanismo de divulgação e publicação próprio. Por conseguinte, em julho de 1994, durante o VII ENEQ, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), surgiu a proposta de criação da revista *Química Nova na Escola* (QNEsc).

Assim, em 1995 nasceu a *QNEsc*, com o intuito de propiciar um espaço colaborativo, no qual educadores pudessem contribuir para o ensino e a aprendizagem do conhecimento químico, por meio de debates e reflexões (COLEN, 2012; MORTIMER, 2004).

Tendo como foco temáticas relacionadas ao Ensino Fundamental e Médio, diferente da seção de educação da *Química Nova*, a *QNEsc* visa colaborar com a prática dos professores da Educação Básica (COLEN, 2012; MORTIMER, 2004; SCHNETZLER, 2002).

Ampliou-se, também, a formação de mestres e doutores. Schnetzler (2002) relata que no período de 1971 a 1980 formaram-se quatro mestres e um doutor, em contrapartida no período de 1991 a 2000 formaram-se quarenta e quatro mestres e vinte e três doutores. Sem dúvidas, a formação adequada de profissionais é indispensável para o desenvolvimento da área.

Neste sentido, ao discutir sobre o desenvolvimento das pesquisas da área no Brasil, Carvalho e Bejarano (2000) expuseram que 10% da produção total do Ensino de Ciências, no

período da década de 70 à década de 90, correspondiam ao Ensino de Química.

Estes autores apontaram ainda dados indicativos sobre a grande diversidade nos focos temáticos, categorizando os objetos de investigação da área como: Conteúdo, Método, Currículos e Programas, Recursos Didáticos, Características do Aluno, Características do Professor, Formação de Conceitos, Formação de Professores, História do Ensino de Ciências, Filosofia da Ciência, Organização da Escola, Políticas Públicas, História da Ciência e Outro. Além disso, os autores destacam a frequência de trabalhos que contemplam mais de um objeto de pesquisa.

Santos e Porto (2013) sintetizaram as principais contribuições proporcionadas pelo Ensino de Química à sociedade brasileira, baseando-se nos resultados de dissertações, teses e artigos publicados em livros, periódicos e anais de congressos da área.

Nestes estudos destacaram-se as seguintes contribuições: a adoção de princípios do processo de ensino-aprendizagem ao Ensino de Química, no qual orientaram uma compreensão do processo educativo em sala de aula; a contextualização de conhecimentos químicos, que visa uma formação para a cidadania; a Interdisciplinaridade e História da Ciência, que oportuniza a significação dos conhecimentos químicos; a qualidade da formação do docente em Química, visto a inclusão de disciplinas específicas do Ensino de Química nos currículos dos cursos de licenciatura; a produção de livros didáticos inovadores, que são recursos importantes para mudanças no processo de ensino-aprendizagem bem como possibilitar a compressão sobre a Química e seu papel social; e, por último, a participação de grupos de Ensino de Química na formulação de políticas públicas educacionais.

Além dessas conquistas, no decorrer das décadas, também houve mudanças nos enfoques e nas características das pesquisas da área. Em suma, durante as décadas de 1960 e 1970 as pesquisas eram de caráter prático ou instrumental, se limitando apenas à aplicação de teorias e

modelos das Ciências Humanas (SCHNETZLER, 2002).

Nessa época, havia muitas pesquisas de natureza empírico/descritiva com pouca profundidade teórica que, apesar de apresentarem certo interesse nos resultados relacionados à aprendizagem dos alunos, não buscavam compreender os aspectos mais detalhados da interação dos processos de ensino-aprendizagem (MÓL; SILVA; SOUZA, 2013).

Já a década de 1980 foi marcada, fortemente, pelo movimento das concepções alternativas (SCHNETZLER, 2002). Deste período até a década de 1990, focou-se em pesquisar sobre as formas de raciocínio dos alunos e processos de ensino-aprendizagem. Todavia, a partir de 2000, as pesquisas passaram a dar mais ênfase à prática docente como um objeto de investigação (MÓL; SILVA; SOUZA, 2013).

3. Percorso Investigativo

Nesta pesquisa, buscou-se identificar os objetos de estudo de investigações relacionadas ao Ensino de Química, com intuito de entender os enfoques e direcionamentos da área nos últimos anos. Para tanto, optou-se por realizar um levantamento de publicações em periódicos nacionais, de 2015 a 2019.

Trata-se, portanto, de uma pesquisa do tipo *estado de conhecimento*, segundo a definição de Romanowski e Ens (2006), uma vez que aborda apenas um setor das publicações sobre a temática.

O método de pesquisa utilizado foi Análise de Conteúdo, segundo os pressupostos de Bardin (1977), pois este viabiliza a obtenção de indicadores (quantitativos ou não) para a inferência de significados relativos às condições de produção das comunicações.

Este método compreende um conjunto de técnicas para análise de comunicações, e nesta pesquisa foram utilizadas as técnicas *análise categorial* e *análise temática*.

A técnica análise categorial, por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos, possibilita a organização dos dados desde sua

coleta, que diante da quantidade de dados obtidos neste tipo de pesquisa, facilita a exploração e a descrição de conteúdos.

Já a técnica análise temática propicia, como explicita Bardin (1977, p.105), a identificação e classificação dos “núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido”.

Assim, para o processo de análise, considerando que o estudo proposto demanda uma análise indutiva e interpretativa, o enfoque qualitativo descritivo foi o adotado. Contudo, além dos temas, a frequência de aparição destes foi quantificada.

Por conseguinte, a pesquisa assumiu um caráter qualitativo associado a indicadores quantitativos, porém estes indicadores apenas forneceram embasamento para interpretação e discussão da categorização obtida.

Os procedimentos metodológicos, desde a seleção da fonte de dados até o tratamento dos resultados, são descritos na sequência.

3.1. Seleção dos periódicos

No levantamento bibliográfico proposto, entendeu-se como importante fonte de dados as publicações de periódicos da área Ensino de Química.

Para seleção de periódicos, foram considerados os periódicos classificados como A1, A2 e B1 nas Áreas de Avaliação Ensino ou Educação, pelo Qualis Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundação do Ministério da Educação (BRASIL, 2020a).

Deste modo, a partir das listas disponibilizadas, dos periódicos classificados no quadriênio 2013-2016, na Plataforma Sucupira da CAPES (BRASIL, 2016), foram selecionados os periódicos da área Educação e da área Ensino. Em seguida, destas listas foram separados os periódicos brasileiros com escopo específico em Ensino de Química. Considerando tal seleção e critérios, os periódicos resultantes foram apenas as revistas

Química Nova na Escola (QNEsc) e Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ).

Sendo assim, estas revistas foram a fonte de dados utilizada para o levantamento realizado. Portanto, é válido salientar que trata-se de uma amostra das publicações na área, visto que há outros tipos publicações, como teses, dissertações e anais de eventos, que abordam temáticas relacionadas a área Ensino de Química, além de periódicos nacionais da área Ensino de Ciências.

3.2. Caracterização dos periódicos

Os dois periódicos selecionados são avaliados, pelo Qualis Periódico da CAPES no quadriênio 2013-2016 (BRASIL, 2016), como B1 na área Ensino, e a revista Química Nova na Escola também como B1 na área Educação.

A revista Química Nova na Escola (QNEsc) integra a linha editorial da Sociedade Brasileira de Química, tendo publicado seu primeiro volume em 1995. Com edições de periodicidade trimestral, objetiva subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade brasileira de Ensino de Química, e, por isto, disponibiliza de forma integral e gratuita todos os artigos publicados em seu sítio eletrônico (BRASIL, 2020b).

Atualmente, a QNEsc apresenta em seus números editoriais 11 seções temáticas, a saber: Química e sociedade; Educação em Química e multimídia; Espaço aberto; Conceitos científicos em destaque; História da Química; Atualidades em Química; Relatos de sala de aula; Ensino de Química em foco; O aluno em foco; Experimentação no ensino de Química; e, Cadernos de pesquisa.

Já a Revista Brasileira de Ensino de Química (ReBEQ) é uma publicação semestral da Editora Átomo e colaboradores, que objetiva contribuir para a atualização e otimização do Ensino de Química, sendo seu primeiro volume publicado em 2006.

A ReBEQ apresenta em seus números editoriais seis seções temáticas: Artigos; Relatos de

Experiência; Química Verde; Instrumentos e criatividade; História da Química; e, Resenha.

Em seu sítio eletrônico (BRASIL, 2020c), são disponibilizados os resumos dos artigos de todas as edições da revista publicadas até o momento. Todavia, os números editoriais estão

disponibilizados de forma integral apenas até o volume 11, publicado em 2016.

Isto posto, para este estudo as publicações analisadas destas revistas foram as que constituíram as edições do período determinado, 2015 a 2019, detalhadas no Figura 1, a seguir.

QNEsc	Volume	37				38				39				40				41				Σ^{**}	
	Número	1	2	E.1*	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	21
	Artigos (qtde.)	10	10	10	10	9	12	12	11	13	12	11	9	8	8	8	9	9	11	10	10	11	213
ReBEQ	Volume	10		11		12		13		14		Σ^{**}											
	Número	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	9											
	Artigos (qtde.)	9	10	12	10	10	9	9	7	8	8	84											

Total de edições no período	30
Total de artigos no período	297

*E.1 se refere a edição especial 1

** Σ equivale a somatória de edições e artigos, respectivamente

Figura 1. Edições dos periódicos no período analisado (2015 – 2019). **Fonte:** Autores.

Ressalta-se que, deste período, somente não foram consideradas as resenhas de livros em cada edição da ReBEQ e a edição especial de 20 anos da QNEsc, que corresponde a segunda edição especial de 2015, por ser constituída por artigos de revisão sobre temáticas publicadas na revista.

Assim, conforme Figura 1, da revista QNEsc foram analisadas as publicações referentes a 21 números editoriais, totalizando 213 artigos. Já da revista

ReBEQ foram analisadas as publicações referentes a 9 edições, totalizando 84 artigos, devido a sua periodicidade semestral, com exceção de 2019 em que houve apenas uma edição.

3.3. Levantamento dos periódicos

Em conformidade com método adotado, Análise de Conteúdo, o processo de análise foi organizado em três etapas: a pré-análise; a exploração do material; e, o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação (BARDIN, 1977).

Na etapa *pré-análise*, que corresponde a fase de sistematização da análise, foram determinadas as unidades de registro, ou seja, as unidades de significado as quais seriam agregadas as categorias.

Esta escolha considerou que todo processo de ensino e aprendizagem envolve estudante, docente e ação didática, e como a pesquisa pretendia compreender os enfoques da área Ensino de Química, estes elementos foram utilizados como unidades de significado na categorização das publicações. Assim, as unidades de significado que fundamentaram a análise foram: *Docentes e licenciandos; Estudantes; e, Ações e instrumentos didáticos.*

Ainda nesta primeira etapa, considerando os escopos e as seções dos periódicos analisados, além de leitura flutuante de algumas edições destes, foram previamente determinadas categorias para cada unidade de significado. Esta categorização *“a priori”* visava facilitar o início da exploração do material, segunda etapa do processo, é apresentada na Figura 2, a seguir:

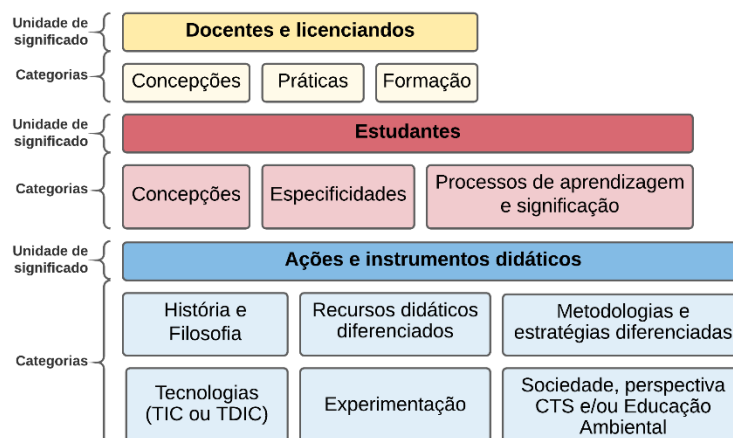


Figura 2. Categorização “a priori” estabelecida na etapa pré-análise. **Fonte:** Autores.

Na etapa seguinte, *exploração do material*, foram realizadas a coleta e o processo de categorização dos dados, concomitantemente.

A coleta dos dados ocorreu por meio da leitura do título, resumo e palavras-chave de cada artigo em cada edição (número) analisada. Dependendo do artigo, caso não fosse possível identificar os objetivos deste, o texto na íntegra também foi lido.

Conforme foram identificados os objetos de estudo das investigações apresentadas em cada artigo, estes foram classificados em uma categoria, previamente estabelecida ou em uma categoria criada para abranger um certo tipo de temática. Consequentemente, a categorização neste processo foi do tipo mista, isto é, “a priori” e “emergente”.

Entretanto, logo no início do processo de classificação percebeu-se que vários artigos continham mais de um objeto de estudo. Por esta razão, nesta análise optou-se por classificar o objeto de estudo principal, denominado OE1, e o objeto de estudo secundário, denominado OE2, de cada publicação.

A categorização resultante possui caráter frequencial, em que os índices, ou seja, a menção

de um tema, foram quantificados, tendo assim como indicadores as frequências dos temas, para atribuição de significados aos conteúdos analisados na etapa posterior do processo de análise.

Os índices obtidos e classificados assim como suas respectivas categorias são explicitados na Figura 3. A descrição e o detalhamento destas categorias e dos índices que estas compreendem, bem como os resultados obtidos a partir dos indicadores quantitativos e, por consequência, as inferências e as interpretações, que correspondem a terceira e última etapa do processo de análise, *o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação*, são apresentadas na seção seguinte.

4. Tratamento e discussão dos resultados

Conforme o método de pesquisa adotado e descrito anteriormente, o processo de análise deste estudo foi dividido em três etapas. Nesta seção descreve-se a terceira etapa, *o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação*, que envolve a síntese, as inferências e interpretação dos resultados, visando responder à questão objetivada na pesquisa (BARDIN, 1977).

Unidade de Significado	Docentes e licenciandos			
	Concepções	Práticas	Formação	Motivações e interesses
	Concepções de professores Concepções de licenciandos Aspectos morais e éticos	Processo teórico-metodológico Teorias Educação Inclusiva Modos de linguagem	Formação inicial Formação continuada	Perfil motivacional Curiosidade científica
Unidade de Significado	Estudantes			
	Concepções	Especificidades	Processos de aprendizagem e significação	Motivações e interesses
	Pontos de vistas/ideias	EJA Inclusão	Teorias Uso/interpretação da linguagem científica Habilidade cognitiva/argumentação Dificuldades Modificações conceituais	Perfil motivacional Curiosidade científica Perspectivas profissionais
Unidade de Significado	Ações e instrumentos didáticos			
	História e Filosofia da Química	Sociedade e perspectivas ambientais	Tecnologias (TIC ou TDIC)	Experimentação
	Construção de conceitos Cientista e seus estudos Visões sobre a Ciência e cientistas	Fármacos e saúde Química Verde Química do Cotidiano Educação Ambiental Química dos Alimentos Abordagem CTS/CTSA Cultura	Aplicativos/Softwares educacionais Dispositivos tecnológicos Ambiente Virtual de Aprendizagem Ferramentas de pesquisa Jogos digitais Vídeos educativos Tecnologia Assistiva Vídeoaulas Objetos de Aprendizagem Livro digital	Alternativas de baixo-custo Simulação de fenômeno Abordagem Investigativa Projeto experimental Kit experimental Procedimentos e técnicas experimentais Significação do termo
Unidade de Significado	Materiais didáticos			Avaliação
	Metodologias e estratégias			Olimpiadas de Química Tendências no Brasil
	Livros didáticos Textos de Divulgação Científica Jogos analógicos Mapas Conceituais Modelos concretos Expressões artísticas	Sequências Didáticas Oficinas Resolução de Estudo de Caso e de Situações-problema Ensino Interdisciplinar Aprendizagem Cooperativa (Jigsaw) Minicurso Figuras de linguagem Tema gerador Divulgação Científica Modelo didático Metodologia de Projetos		

Figura 3. Categorias e respectivos índices encontrados na análise realizada. Fonte: Autores

A fim de satisfazer a busca pretendida e diante da natureza dos dados obtidos, os resultados foram tratados considerando-se três diferentes aspectos, portanto, são organizados e discutidos em três tópicos, apresentados na sequência.

4.1. Enfoques das investigações em publicações da área

A análise desta pesquisa fundamentou-se nas unidades de significado *Docentes e licenciandos*; *Estudantes*; e, *Ações e instrumentos didáticos*. Estas unidades foram determinadas na primeira etapa do processo, a *pré-análise*, como descrito no tópico *Levantamento dos periódicos*, na seção *Percurso Investigativo*.

A partir destas unidades de significado foram definidas as categorias de forma prévia e no

decorrer da *exploração do material*, segunda etapa do processo de análise, também descrita no tópico supracitado. A categorização resultante, com suas categorias e índices correspondentes, consta na Figura 3, apresentada ao final da seção anterior.

Para a classificação frequencial, considerou-se cada objeto de estudo das pesquisas analisadas como um índice. A partir disso, foi possível gerar os dados quantitativos de cada categoria, que serão apresentados a seguir.

Também, como descrito nos procedimentos metodológicos, as investigações apresentadas nos artigos analisados demonstraram ser comum a abordagem de mais de um objeto de estudo e, portanto, em alguns casos houve a necessidade

de se considerar os objetos de estudo principal e secundário, denominados como OE1 e OE2, respectivamente

Esta característica já havia sido apontada por Carvalho e Bejarano (2000), ao discutirem o desenvolvimento das pesquisas da área Ensino de Química brasileira, destacam a frequência de trabalhos com mais de um objeto de pesquisa.

Sendo assim, o primeiro modo de tratamento dos resultados teve como finalidade identificar a frequência dos objetos de estudo, principal e

secundário, das categorias de cada unidade de significado no período de 2015 a 2019, para assim compreender as especificidades destas unidades de significado em relação a cada periódico analisado.

Para esta primeira síntese dos resultados foram elaborados gráficos de barras relacionando as categorias e as quantidades de objetos (OE1 e OE2), em relação a cada revista, sendo um gráfico por unidade de significado.

A

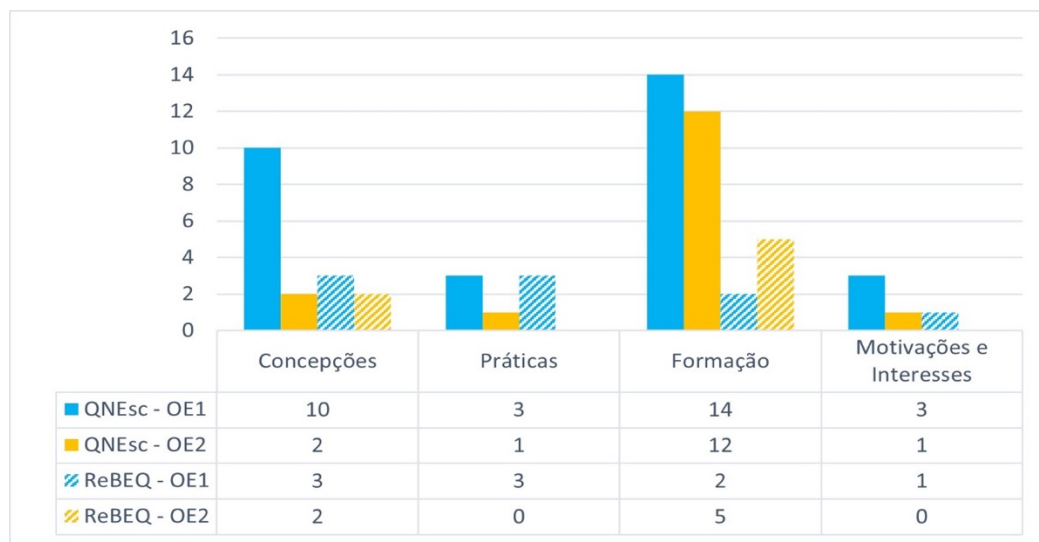


Figura 4 apresenta o gráfico referente a unidade de significado *Docentes e licenciandos*,

comparando os dados das revistas analisadas, QNEsc e ReBEQ, do período todo.

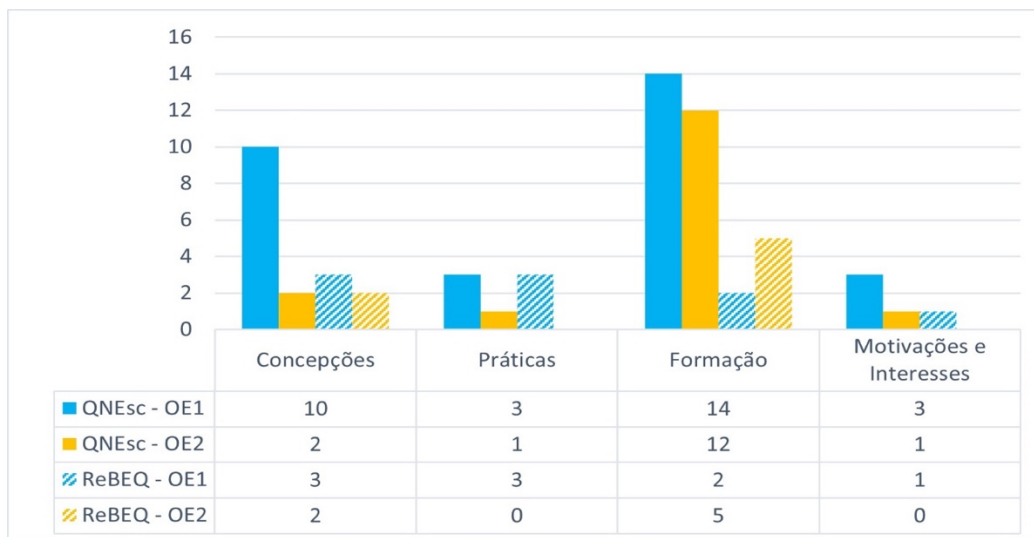


Figura 4. Objetos de estudio relacionados à docentes e licenciandos nas revistas QNEsc e ReBEQ (2015-2019).

Fonte: Autores.

Como pode ser verificado na Figura 4, bem como na Figura 3 apresentada anteriormente, os objetos de pesquisa das publicações analisadas relacionados aos *Docentes e licenciandos* foram classificados nas categorias: *Concepções*; *Práticas*; *Formação*; e, *Motivações e interesses*.

Em relação as publicações da revista QNEsc, observa-se que as investigações tiveram os objetos de estudo, tanto principais quanto secundários, majoritariamente classificados na categoria *Formação*, sendo 14 indicados como OE1 e 12 como OE2. Esta categoria compreendeu *formação inicial e formação continuada*, índices encontrados nas publicações.

Além disso, percebe-se, ainda na QNEsc, uma considerável quantidade de investigações cujos objetos de estudo principais foram categorizados em *Concepções*. Sendo assim, 10 publicações envolveram os temas, ou índices, *concepções de professores, concepções de licenciandos, e aspectos morais e éticos*.

Em relação a revista ReBEQ, verifica-se que os objetos de estudo principais das investigações publicadas neste periódico abordaram em maior número temáticas relacionadas a *Concepções e Práticas*, sendo 3 publicações classificadas em cada categoria.

Na categoria *Práticas* foram agrupados os temas relacionados a atuação prática dos docentes e licenciandos, sendo os índices encontrados: *processo teórico-metodológico, teorias, Educação Inclusiva e Modos de linguagem*.

Conforme os autores Mól, Silva e Souza, (2013), a partir de 2000, as pesquisas em Ensino de Química passaram a enfatizar a prática docente como um objeto de investigação e isto persiste até a atualidade. Contudo, nesta pesquisa evidencia-se a pequena quantidade de investigações tendo como objetos de estudo, principal ou secundário, a prática docente.

Ainda nas publicações da ReBEQ, sobre os objetos de estudo secundários, percebe-se que, semelhantemente à QNEsc, a maioria destes também foi classificada na categoria *Formação*, tendo inclusive o maior indicador categorial da revista, 5 investigações.

De forma geral, considerando os dois periódicos, os objetos de estudo principais com maior número de investigações foram os relacionados a *Concepções e Formação*, sendo 13 e 16 indicadores de frequência, respectivamente. Já os objetos de estudo secundários mais investigados foram os relacionados à *Formação* dos docentes e licenciandos, abordados em 17 publicações.

Ademais, apesar da categoria *Motivações e interesses* agregar um pequeno indicador de frequência, sendo OE1 em 3 investigações na QNEsc e em 1 na ReBEQ, bem como OE2 em apenas 1 investigação na QNEsc, é válido ressaltar a aparição dos dois índices contemplados, *perfil motivacional e curiosidade científica*, desta categoria não prevista na etapa *pré-análise*.

Em prosseguimento, na Figura 5 apresenta-se o gráfico correspondente aos dados do período referentes a unidade de significado *Estudantes*, de modo comparativo das revistas analisadas.

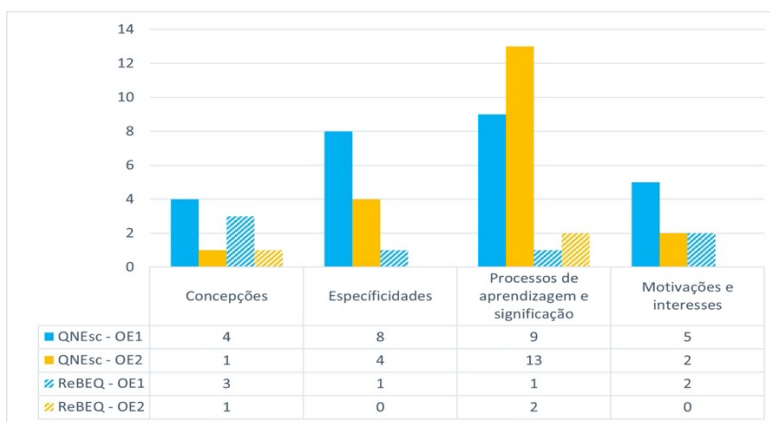


Figura 5. Objetos de estudio relacionados aos estudantes nas revistas QNEsc e ReBEQ (2015-2019). **Fonte:** Autores.

De acordo com a Figura 5, e a Figura 3 já apresentada, os objetos de estudos relacionados a *Estudantes*, identificados nas pesquisas analisadas, puderam ser classificados nas categorias: *Concepciones*; *Especificidades*; *Proceso de aprendizagem e significación*; e, *Motivaciones e intereses*.

A partir da Figura 5 é possível inferir das publicações na revista QNEsc que os objetos de estudo, tanto principais quanto secundários, foram majoritariamente classificados na categoria *Procesos de aprendizagem e significación*. Destes, 9 foram classificados como OE1 e 13 como OE2, sendo este último o maior indicador categorial da unidade.

Na categoria *Procesos de aprendizagem e significación* foram reunidos os temas relacionados especificamente ao processo de aprendizagem dos estudantes e/ou significados atribuídos por estes no processo que correspondem, conforme Figura 3, aos índices: *teorias*; *uso/interpretação da linguagem científica*; *habilidade cognitiva/argumentação*; *dificuldades*; e, *modificações conceituais*.

Segundo a autora Schnetzler (2002), as pesquisas em Ensino de Química, entre as décadas de 80 e

90, tiveram como foco as formas de raciocínio dos alunos e processos de ensino-aprendizagem. Considerando-se os dados supracitados, nota-se ainda atualmente o interesse das pesquisas na área nestes objetos de pesquisas.

Em relação a revista ReBEQ, verificou-se que os objetos de estudo principais das investigações publicadas neste periódico abordaram em maior número temáticas relacionadas a *Concepciones*, tendo 3 indicadores de frequência para o índice *pontos de vista/ideias*, único da categoria.

Conforme Schnetzler (2002), o Ensino de Química foi marcado pelo movimento das concepções alternativas na década de 80. Este movimento teve forte influência na área, sendo as concepções dos estudantes um eixo de grandes debates ainda no presente que reflete nas pesquisas atuais, como pôde ser verificado nas publicações da ReBEQ e, apesar do menor número de objetos, também da QNEsc.

Ainda nas publicações da ReBEQ, observa-se que a maioria dos objetos de estudo secundários foi classificada na categoria de *Procesos de aprendizagem e significación*, já discutido, como ocorreu na QNEsc.

De modo geral, somando-se os dois periódicos, os objetos de estudo com maior número de investigações foram os relacionados a *Procesos*

de aprendizagem e significação, tanto de forma principal quanto secundária, com 10 e 15 indicadores de frequência, respectivamente.

Contudo, além do exposto, é notória a presença de objetos de estudo relacionados às *Especificidades* dos estudantes, categoria previamente definida e confirmada pela aparição de temas, sendo 9 como OE1 e 4 como OE2, classificados como os índices, que constam na Figura 3, *EJA (Ensino de Jovens e Adultos)* e *Inclusão*. Isto demonstra certa preocupação com as características dos estudantes e suas necessidades para a aprendizagem de conhecimentos químicos, no entanto, ainda de forma reduzida.

Ademais, considerando-se os dois periódicos, a categoria *Motivações e interesses* apresenta um total de 9 objetos de estudo, sendo importante apontar os indicadores desta categoria não prevista, que contempla os índices *perfil motivacional, curiosidade científica e perspectivas profissionais*.

Na sequência, a Figura 6 corresponde ao gráfico referente a unidade de significado *Ações e instrumentos didáticos* que, do mesmo modo dos

gráficos anteriores, compara os dados das revistas QNEsc e ReBEQ no período determinado.

A partir da Figura 6, e da Figura 3 apresentada na seção anterior, verifica-se que a unidade *Ações e instrumentos didáticos* compreendeu a maior diversidade de categorias, sendo estas: *História e Filosofia da Química; Sociedade e perspectivas ambientais; Tecnologias (TIC ou TDIC); Experimentação; Materiais didáticos; Metodologias e estratégias; e Avaliação*.

No entanto, isto foi previsto na proposição das possíveis categorias, apresentadas na Figura 2 na seção *Percurso Investigativo*, considerando-se os escopos e as seções dos periódicos analisados, como descrito na etapa de *pré-análise*.

Observando-se os dados sintetizados na Figura 6, é possível inferir que os objetos de estudo principais e secundários das investigações, tanto da revista QNEsc quanto da ReBEQ, foram majoritariamente classificados na categoria *Sociedade e perspectivas ambientais*. Na QNEsc foram identificados 45 como OE1 e 25 como OE2, já na ReBEQ foram 18 como OE1 e 15 como OE2.

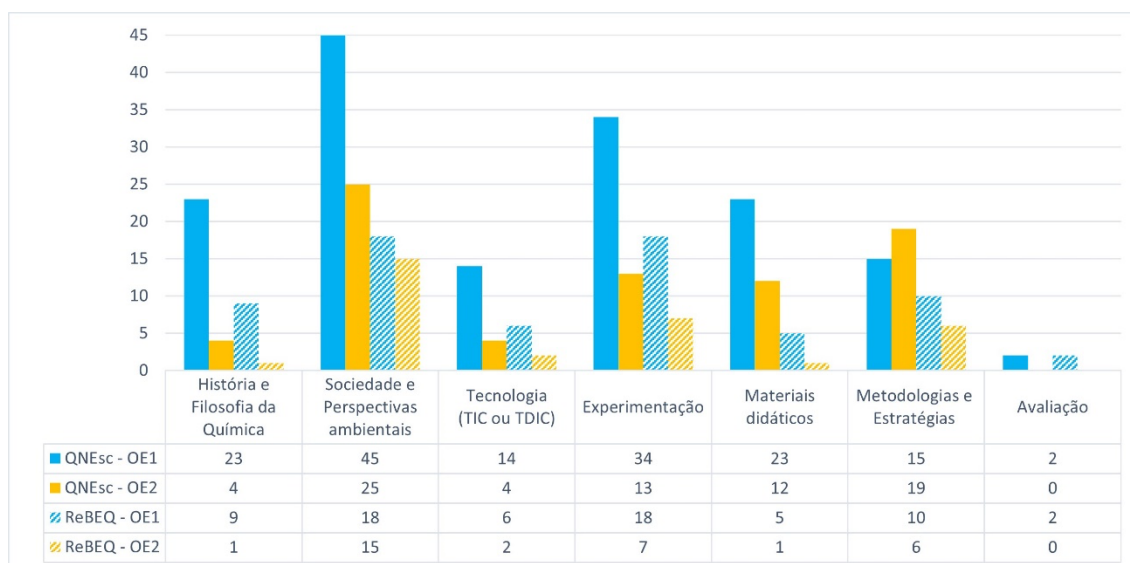


Figura 6. Objetos de estudo relacionados a ações e instrumentos didáticos na QNEsc e ReBEQ (2015-2019). **Fonte:** Autores.

A categoria *Sociedade e perspectivas ambientais* agregou, conforme Figura 3, os temas relacionados a *fármacos e saúde, cultura,*

Química do cotidiano, Química dos Alimentos, Abordagem CTS/CTSA (Ciência, Tecnologia e Sociedade/Ciência, Tecnologia, Sociedade e

Ambiente), Educação Ambiental e Química Verde.

Entretanto, na ReBEQ a categoria *Experimentação* apresentou a mesma quantidade de objetos principais que a categoria *Sociedade e perspectivas ambientais*, com 18 indicadores cada.

Em *Experimentação* foram classificados todos os temas envolvendo de algum modo as atividades experimentais, identificados como os índices, de acordo com a Figura 3: *alternativas de baixo-custo; simulação de fenômeno; Abordagem Investigativa; projeto experimental; kit experimental; procedimentos e técnicas experimentais; e, significação do termo.*

Esta categoria também apresentou um alto indicador de frequência de forma geral. Totalizando-se os indicadores dos dois periódicos, 52 publicações tiveram como objetos de investigação principais e 20 como objetos secundários neste enfoque. Tal importância é justificada pela inerência das práticas experimentais à natureza da Ciência Química e, portanto, parte constitutiva dos processos de ensino e aprendizagem dos conhecimentos químicos.

Além das categorias supracitadas, *Metodologias e estratégias* apresentou interessante frequência, considerando-se os dados das duas revistas, tendo 25 objetos de estudo principais e 25 objetos de estudo secundários, demonstrando certa equiparação entre as investigações com enfoque primário e as investigações provenientes sobre o planejamento e os procedimentos das ações didáticas.

A diversidade de abordagens pesquisadas, na busca de um modo de ensino eficaz, é perceptível nos 11 índices identificados nesta categoria, a maior quantidade de índices categoriais, a saber: *Sequências Didáticas; oficinas; Resolução de Estudo de Caso e de Situações-problema; Ensino Interdisciplinar; Aprendizagem Cooperativa (Jigsaw); minicurso; figuras de linguagem; tema gerador; Divulgação Científica; modelo didático; e, Metodologia de Projetos.*

Ademais, é necessário apontar os dados classificados nas categorias *Materiais didáticos, História e Filosofia da Química, e, Tecnologias (TIC ou TDIC)* devido à importância destas para os processo de ensino e aprendizagem em Química.

Em *Materiais didáticos* foram reunidos os recursos didáticos e materiais de aprendizagem identificados como objetos de estudo, sendo estes: *livros didáticos; textos de Divulgação Científica; jogos analógicos; Mapas Conceituais; modelos concretos; e, expressões artísticas.* Na totalidade, 28 destes tratavam-se de objetos de estudo principais e 13 de objetos de estudo secundários.

Na categoria *História e Filosofia da Química* foram agrupados 32 objetos de estudos principais e 5 objetos de estudo secundários, considerando-se as publicações da QNEsc e da ReBEQ. Os temas reconhecidos puderam ser classificados como os índices: *construção de conceitos; cientista e seus estudos; e, visões sobre a Ciência e cientistas.* Abordagens históricas e filosóficas da produção do conhecimento científico são essenciais para o entendimento da natureza da Ciência, o que justifica tal busca.

Já *Tecnologias TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) ou TDIC (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação)*, comparada as demais categorias explicitadas, foi objeto de estudo em menos investigações, sendo 20 como OE1 e 6 como OE2, somando-se os dois periódicos.

Todavia, segundo a Figura 3, verifica-se a variedade de recursos tecnológicos pesquisados, demonstrada pelos índices identificados nas publicações analisadas, a saber: *aplicativos/software educacionais; dispositivos tecnológicos; Ambiente Virtual de Aprendizagem; ferramentas de pesquisa; jogos digitais; vídeos educativos; Tecnologia Assistiva; videoaulas; Objetos de Aprendizagem; e, livro digital.*

E, por fim, observa-se, apesar de mínima, a aparição de temas relacionados a *Avaliação*, categoria não prevista na etapa *pré-análise*

conforme Figura 2, identificados como os índices *Olimpiadas de Química* e *tendências no Brasil*, em duas publicações de cada revista como objetos de estudo principais. Assim, embora haja apontamentos sobre a importância da avaliação no processo de aprendizagem e da necessidade do caráter formativo desta, isto não tem incidido nas investigações em Ensino de Química.

Em prosseguimento, uma perspectiva geral das três unidades de significado em cada periódico, ao longo do período estudado, é apresentada no tópico seguinte.

4.2. Um panorama das publicações em periódicos específicos

O levantamento realizado nesta pesquisa utilizou uma amostra das publicações na área como fonte de dados, conforme critérios e procedimentos descritos no tópico *Seleção dos periódicos* da seção *Percurso Investigativo*.

Para a análise proposta foram amostrados dois periódicos brasileiros com escopo específico em Ensino de Química, as revistas *Química Nova na Escola* (QNEsc) e *Revista Brasileira de Ensino de Química* (ReBEQ).

Logo, neste segundo tópico os resultados foram tratados considerando-se como aspecto as unidades de significado, *Docentes e licenciandos*; *Estudantes*; e, *Ações e instrumentos didáticos*, que fundamentaram o processo de

análise, nestes periódicos selecionados durante o período determinado (2015 a 2019).

Assim sendo, este modo de tratamento dos dados teve por objetivo identificar a abrangência das unidades de significado nas revistas QNEsc e ReBEQ, no decorrer dos anos do período analisado, a fim de reconhecer semelhanças e/ou diferenças, para inferências sobre os sujeitos e os meios envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem em Química como objetos de investigações.

Para a síntese dos resultados pretendida foram elaborados gráficos de área contendo a quantidade de objetos de estudo por ano em cada unidade de significado, em relação a cada revista, sendo um gráfico por periódico.

Ressalta-se que nesta síntese foi considerada a totalidade de objetos de estudo categorizados, desconsiderando a classificação em objeto de estudo principal (OE1) ou objeto de estudo secundário (OE2), pois este aspecto foi explorado no primeiro modo de tratamento dos resultados, apresentado no tópico anterior. Portanto, a quantidade de objetos corresponde a somatória de OE1 e OE2 classificados em cada unidade de significado.

A Figura 7 apresenta o gráfico referente a revista QNEsc, comparando os dados das unidades de significado entre os anos de 2015 e 2019.

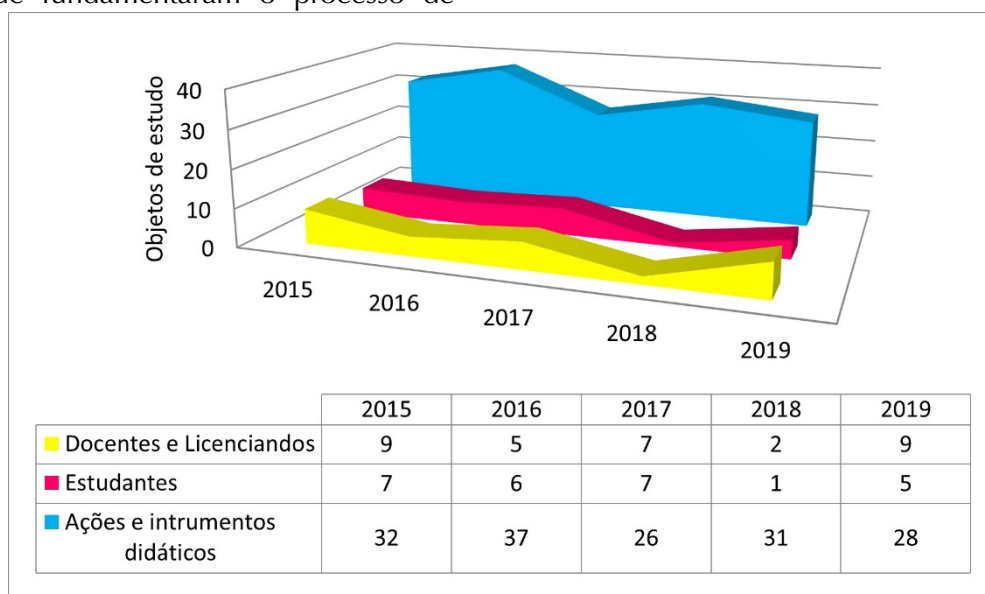


Figura 7. Objetos de estudio por unidad de significado publicados na QNEsc entre 2015 e 2019.

Fonte: Autores.

Como pode ser observado na Figura 7, é notório o maior volume de objetos de estudo referente à *Ações e instrumentos didáticos* nas publicações da QNEsc, nos últimos cinco anos analisados.

Neste período, destaca-se o ano 2016 em que 37 investigações apresentaram como objetos de estudo temas relacionados à ação didática. Em contrapartida, nas publicações de 2017 foram identificados 26 objetos de estudo relacionados, o menor indicador da unidade no período nesta revista.

Já as unidades *Docentes e licenciandos*, e *Estudantes*, nas publicações da revista QNEsc, tiveram uma quantidade inferior de objetos de estudos classificados, comparando-as à *Ações e instrumentos didáticos*, mas bem semelhante entre si. Ainda assim, mais objetos de pesquisa

relacionavam-se a *Docentes e licenciandos* do que *Estudantes*, apesar da pequena diferença.

Em *Docentes e licenciandos*, destacaram-se os anos 2015 e 2019 com 9 investigações classificadas. Já em relação a *Estudantes*, apenas em 2016 com 6 investigações classificadas, esta unidade teve quantidade superior a *Docentes e licenciandos*. E em 2018, tanto *Docentes e licenciandos* quanto *Estudantes*, tiveram o menor indicador do período, com apenas 2 e 1 objetos de estudo classificados nestas unidades, respectivamente.

Na sequência, a Figura 8 apresenta o gráfico referente a frequência de objetos de estudo relacionados a cada unidade de significado publicados na ReBEQ entre 2015 e 2019.

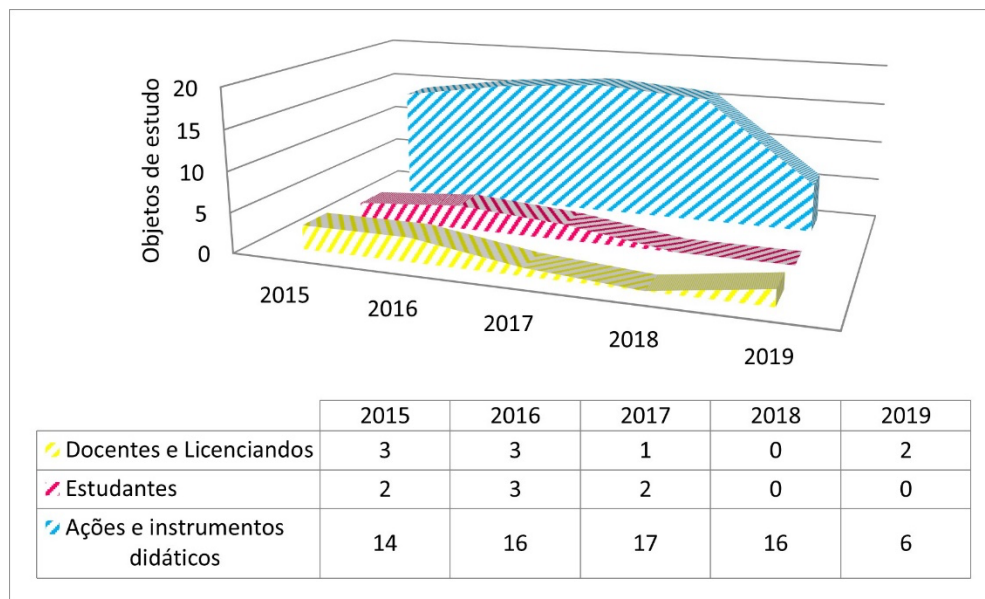


Figura 8. Objetos de estudo por unidade de significado publicados na ReBEQ entre 2015 e 2019. **Fonte:** Autores.

Tal qual foi observado nos dados referentes à QNEsc, a Figura 8 demonstra que nas publicações da revista ReBEQ é evidente o elevado quantitativo de investigações com objetos de estudo relacionados à unidade *Ações e instrumentos didáticos* em cada ano avaliado.

Nesta unidade, o maior quantitativo se deu em 2017, com 17 objetos de estudo classificados, e o menor em 2019 com 6 objetos de estudo categorizados. Entretanto, é válido salientar que em 2019 houve a publicação de apenas um número editorial enquanto nos quatro anos anteriores ocorreram publicações semestrais.

Também, semelhantemente à QNEsc, conforme Figura 8, na ReBEQ as unidades *Docentes e licenciandos*, e, *Estudantes*, tiveram um

quantitativo aproximado de objetos de estudos em suas publicações, mas bem menor comparando-se a unidade *Ações e instrumentos didáticos*.

Docentes e licenciandos categorizou mais objetos de estudo que *Estudantes* nos anos 2015 e 2019 com 3 e 2 investigações classificadas. Já *Estudantes* teve mais objetos de estudo classificados que *Docentes e licenciandos* em 2017, com 2 investigações. Em 2016 tanto *Docentes e licenciandos* quanto *Estudantes* tiveram 3 objetos de estudo classificados. E em 2018, as duas unidades não tiveram objetos de estudo classificados nestas unidades.

Isto posto, os dados sintetizados na Figura 7 bem como na Figura 8 demonstram um maior quantitativo de frequência dos dados classificados na unidade *Ações e instrumentos didáticos* nas revistas QNEsc e ReBEQ, ou seja, esta unidade, compreendeu a maior quantidade de temas identificados nas pesquisas publicadas em ambos os periódicos.

De forma comparativa, depreende-se que nas duas revistas analisadas houve um maior número

de objetos de estudos relacionados às ações didáticas e seus meios para o ensino de conhecimentos químicos. Todavia, salienta-se que nestas revistas há várias seções destinadas a estas temáticas, e em cada número editorial tais revistas publicam pelo menos um artigo de cada seção.

Na QNEsc, das onze seções em que são divididos os artigos em cada edição, seis seções são específicas para publicações sobre estas temáticas, a saber: Química e sociedade; Educação em Química e multimídia; História da Química; Relatos de sala de aula; Ensino de Química em foco; e, Experimentação no ensino de Química. E na ReBEQ, das seis seções temáticas, quatro são destinadas a estes temas: Relatos de Experiência; Química Verde; Instrumentos e criatividade; e, História da Química.

Contudo, os objetos de estudo sobre estas temáticas não foram necessariamente identificados apenas em publicações destas seções, o que amplia ainda mais a abrangência destes temas.

Apesar da semelhança explicitada, comparando-se os gráficos também pode ser verificada a diferença quantitativa, correspondente a totalidade de objetos de estudo identificados nas publicações de cada periódico, ainda que mantida a proporção de dados para cada unidade. Isto se deve à periodicidade de números editoriais de cada revista. As edições da revista QNEsc são publicadas trimestralmente enquanto as edições da ReBEQ são semestrais, com raras exceções.

Deste modo, conforme descrito no tópico *Caracterização dos periódicos* da seção *Percurso Investigativo*, da QNEsc foram analisados 21 números editoriais, totalizando 213 artigos, já da ReBEQ foram analisadas 9 edições, totalizando 84 artigos.

Em continuidade, no tópico seguinte apresenta-se um panorama das pesquisas publicadas nestes periódicos específicos, para entendimento da área Ensino de Química na atualidade.

4.3. Tendências atuais das investigações em Ensino de Química

Nesta pesquisa, dentre as técnicas propostas pelo método Análise de Conteúdo adotado, definiram-se como técnicas *análise categorial* e *análise temática*, conforme descrito na seção *Percurso Investigativo*.

Em vista disso, os dados coletados foram organizados e agrupados em conjuntos de acordo com o tema, ou seja, o objeto de estudo identificado. A presença e frequência de objetos de estudo nas categorias resultantes, apresentadas primeiramente na Figura 3, indicam o foco das investigações analisadas.

Assim, para finalizar o processo de análise e, enfim, responder à questão de pesquisa proposta, neste tópico os resultados foram sintetizados considerando-se como aspecto as categorias temáticas.

Este terceiro e último modo de tratamento dos resultados visou evidenciar os enfoques das investigações publicadas nos periódicos

específicos amostrados nos últimos cinco anos, e, por conseguinte, compreender as recentes tendências das pesquisas em Ensino de Química no Brasil.

Para tanto, elaborou-se um gráfico de área, Figura 9 a seguir, contendo a quantidade de objetos de estudo por ano em cada categoria, considerando-se as três unidades de significado e os dados das duas revistas analisadas QNEsc e ReBEQ, sem especificação do tipo de objeto de estudo (principal ou secundário) e da revista, para uma perspectiva geral.

Com este gráfico buscou-se demonstrar visualmente a abrangência de cada categoria no decorrer dos anos de 2015 a 2019, sem a ênfase quantitativa, já explorada.

É possível confirmar na Figura 9, bem como verificado e discutido no tópico anterior, que as categorias compreendidas na unidade de significado *Ações e instrumentos didáticos* apresentaram o maior número de objetos de estudo.

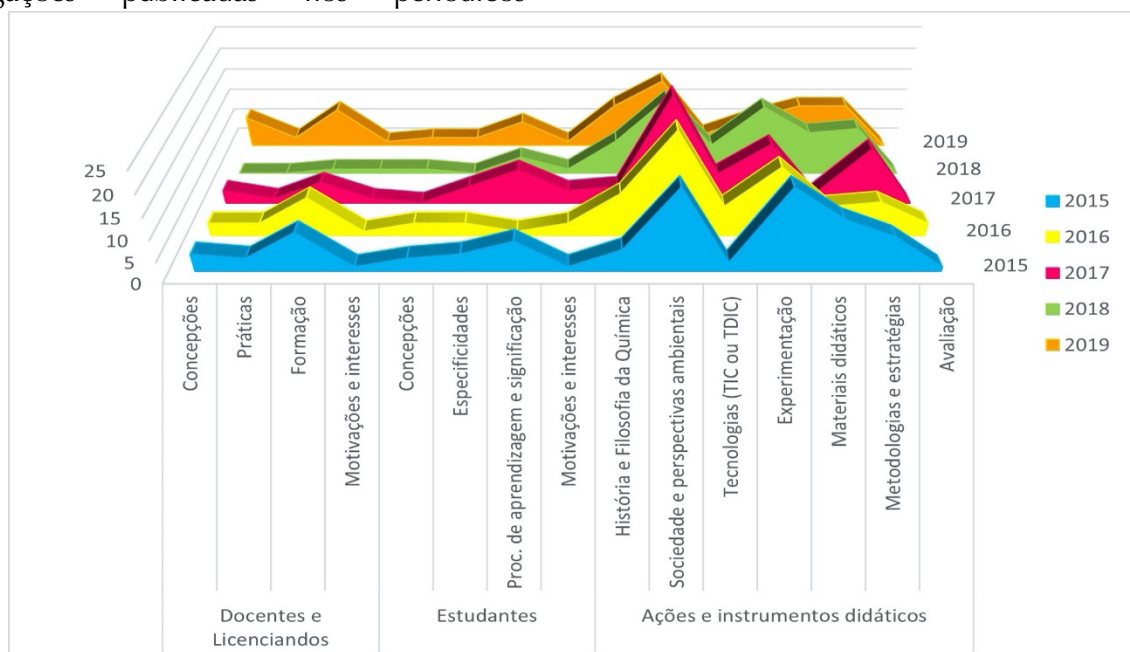


Figura 9. Objetos de estudo por categoria publicados nas revistas QNEsc e ReBEQ (2015- 2019).

Fonte: Autores.

Dentre estas, é bem evidente o maior quantitativo da categoria *Sociedade e perspectivas ambientais* nos cinco anos analisados, indicando o maior número de investigações com temáticas relacionadas a abordagem dos conhecimentos químicos de maneira contextualizada.

Em *Sociedade e perspectivas ambientais* foram classificados os objetos de estudo relacionados a aplicação ou presença dos conhecimentos químicos em situações cotidianas, tais como os compreendidos sob os índices *fármacos e saúde, Química do Cotidiano e Química dos Alimentos*; em questões ambientais, indicadas nos índices *Educação Ambiental e Química Verde*; e, em questões sociais, agrupadas nos índices *Abordagem CTS/CTSA e cultura*.

Interessante pontuar este último índice, *cultura*, visto que abarcou elementos da cultura africana e afro-brasileira e da cultura indígena, além de manifestações ou eventos culturais e saberes populares de práticas sociais.

A segunda categoria com uma quantidade expressiva de objetos de estudo abrangidos foi *Experimentação*, constituída por diversos tipos e abordagens de atividades experimentais tais como alternativas de baixo custo, Abordagem Investigativa, simulação de fenômenos e por meio de projetos ou kits experimentais, além de vários outros procedimentos e técnicas experimentais, incluindo tratamento de resíduos laboratoriais, que correspondem aos índices apresentados na Figura 3 e já citados em tópico anterior.

O quantitativo e as temáticas desta categoria indicam a constante e atual busca por práticas experimentais, que possam ser aplicadas em diferentes contextos e realidades, tão necessárias para o Ensino de Química.

Outras categorias, ainda referentes a *Ações e instrumentos didáticos*, com produções destacáveis foram *Materiais didáticos, e, História e Filosofia da Química*. Pelos indicadores de frequência apresentados, as investigações relacionadas a estas temáticas aumentaram nos últimos dois anos analisados. Após uma queda

significativa em 2017, percebe-se a quantidade dos objetos de estudo de forma crescente nestas categorias.

Ademais, verifica-se também categorias que mantiveram o quantitativo, sendo válido considerar esta característica nas categorias das três unidades de significado pois, apesar das diferenças numéricas, cada unidade contempla importantes aspectos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem em Química.

Neste sentido, observa-se *Formação*, de docentes e licenciandos, que manteve o indicador de frequência no início e final do período, apesar de decréscimos em 2017 e 2018. Em relação aos estudantes, observa-se *Processos de aprendizagem e significação* que, mesmo com oscilações em 2016 e 2018, manteve um indicador de frequência aproximado no período. E relacionado às práticas didáticas observa-se *Metodologias e estratégias*, que apresentou no término do período um indicador maior que do início, sem decréscimos anuais e com ápice de objetos de estudo em 2017.

Por fim, é válido apontar categorias com pequeno quantitativo, e decréscimo de investigações no decorrer do período, mas que poderiam ter maior interesse investigativo diante das temáticas nestas abordadas.

Com tal característica verifica-se *Práticas de docentes e de licenciandos* com queda no número de objetos de pesquisa a partir de 2017, *Especificidades de estudantes* com decréscimo na quantidade de investigações a partir de 2018, e *Tecnologias (TIC ou TDIC)* como recurso didático, que apesar do aumento de 2016 a 2018, o número de investigações novamente decresceu em 2019, sendo este apenas maior que o indicador da temática *Avaliação*, em sua unidade.

Ressalta-se, ainda, que *Especificidades*, categoria referente às características dos estudantes e suas decorrentes necessidades, foi objeto de estudo de poucas investigações, sendo que estas abordaram apenas a Educação de Jovens e Adultos e a inclusão especificamente para deficientes visuais

e auditivos. Todavia, esta categoria abrange um importante aspecto a ser considerado no processo de ensino e no processo de aprendizagem.

Isto posto, apresenta-se na próxima seção as conclusões obtidas a partir das inferências e interpretações descritas nos três tópicos de tratamento de resultados desta seção.

5. Conclusões

Por meio da pesquisa realizada, um levantamento bibliográfico do tipo estado do conhecimento, foi possível identificar e compreender os atuais enfoques da área Ensino de Química no Brasil, ao analisar as publicações de dois periódicos específicos, QNEsc e ReBEQ, nos últimos cinco anos (2015 - 2019).

O método adotado, Análise de Conteúdo, de acordo com os pressupostos de Bardin (1977), mostrou-se proveitoso ao estudo visto que possibilitou a sistematização da coleta ao tratamento dos dados, sucedendo em uma maior confiabilidade dos resultados apresentados.

A análise foi estruturada de maneira a propiciar o entendimento das investigações publicadas, distinguindo os objetos de estudo referentes aos sujeitos envolvidos no processo de ensino e de aprendizagem em Química, bem como aos meios e procedimentos para concretização deste processo. E, portanto, o processo de análise fundamentou-se nas unidades de significado *Docentes e licenciandos; Estudantes; e, Ações e instrumentos didáticos.*

Entretanto, desde a etapa de exploração do material, percebeu-se a existência de mais de um objeto de estudo como característica da maioria das investigações. Sendo assim, esta análise teve como peculiaridade a classificação do objeto de estudo principal e do objeto de estudo secundário, se houvesse, de cada artigo.

Os resultados indicam que as pesquisas sobre docentes e licenciandos tem a formação como uma temática muito recorrente, visto que esta apresentou um maior indicador de frequência tanto como objeto de estudo principal da QNEsc,

quanto como o objeto de estudo secundário de ambos os periódicos.

Além disso, em todos os anos, este foi o assunto que se manteve em destaque sobre docentes e licenciandos. Consta-se, então, que há na área uma tendência em realizar pesquisas a respeito da formação de seus profissionais, seja a inicial ou a continuada.

Deste modo, ainda que dentre as investigações relacionadas a docentes e licenciandos outros temas foram abordados, envolvendo as práticas e concepções, percebe-se uma escassez destas temáticas como objetos de estudo.

Em relação às investigações com foco nos estudantes, notou-se a predominância de duas pautas, as concepções e os processos de aprendizagem e de significação.

Na QNEsc, processos de aprendizagem e de significação teve maior frequência tanto como objeto de estudo principal, como secundário. Já na ReBEQ, o objeto de estudo principal com maior frequência foi concepções dos estudantes, enquanto processos de aprendizagem e de significação teve destaque apenas como objeto de estudo secundário.

Ao considerar o período analisado, com exceção de 2016, as pesquisas sobre os processos de aprendizagem e de significação dos estudantes tiveram destaque em relação às demais temáticas desta linha. Apesar da menor quantidade, as concepções dos estudantes foram objetos de estudo em todos os anos.

Uma carência identificada foi o tema inclusão em investigações relacionadas às especificidades dos estudantes. Além do número reduzido de publicações abordando a temática, estas apresentaram estudos apenas sobre as deficiências visual e auditiva, o que pode indicar a necessidade de realização de estudos contemplando outras deficiências, físicas ou intelectuais.

É interessante ressaltar que os resultados apontaram a existência de um déficit de investigações abordando as motivações e interesses, tanto dos docentes e licenciandos

quanto dos estudantes, detectando-se assim essa lacuna nas pesquisas em Ensino de Química.

No que se refere às ações e instrumentos didáticos, notou-se que as investigações abordando temáticas relacionadas à sociedade e perspectivas ambientais se sobressaíram em ambos os periódicos, tanto como objeto de estudo principal quanto como objeto de estudo secundário. Esta temática se mostrou muito versátil, ao aparecer associada a diversos assuntos, como fármacos e saúde, Química Verde, Química do Cotidiano, Educação Ambiental, Química dos Alimentos, Abordagem CTS/CTSA e cultura.

Além das abordagens envolvendo questões sociais e ambientais, a experimentação também se apresentou como uma forte tendência no Ensino de Química, sendo objeto de estudo em um expressivo número de pesquisas e apresentando um indicador de frequência que se manteve alto ao longo dos anos.

Neste sentido, também é pertinente explicitar que um número significativo e constante de investigações no período, apesar de menor, teve como objetos de estudo temáticas relacionadas a materiais didáticos, bem como metodologias e estratégias de ensino.

Em contrapartida, alguns temas, apesar de terem grande importância para os processos de ensino e aprendizagem em Química, não apresentaram indicadores de frequência correspondentes e, conseqüentemente, demandam mais atenção da área, como a História e Filosofia da Química, Tecnologias e Avaliação.

Apesar de algumas distinções em relação aos indicadores de frequência dos objetos de estudo principal e secundário, foram verificados resultados bem similares acerca das unidades de significados na QNEsc e na ReBEQ. Nos dois periódicos as *Ações e instrumentos didáticos* apresentaram um quantitativo de investigações bem superior aos outros dois.

Contudo, atenta-se para o fato que esta unidade contempla mais temáticas e, também, que há mais seções dos periódicos que as abordam, o que oportuniza mais espaços para publicações.

Outro resultado interessante, é a semelhança entre o número de publicações referentes às unidades *Docentes e licenciandos* e *Estudantes*, que se manteve tanto na QNEsc quanto na ReBEQ.

Em suma, de modo geral, considerando-se as pesquisas publicadas em periódicos específicos durante o período de 2015 a 2019, conclui-se que a área Ensino de Química no Brasil, teve como grande tendência a realização de estudos sobre ações e instrumentos didáticos, destacando-se as temáticas relacionadas à sociedade e perspectivas ambientais.

Ademais, verifica-se que, apesar do quantitativo inferior, há muitas investigações sobre os sujeitos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem em Química.

Por conseguinte, pode ser concluir que a tendência das investigações em Ensino de Química com ênfase nos estudantes foi estudar objetos relacionados aos processos de significação e aprendizagem. E a tendência das pesquisas em Ensino de Química com enfoque nos docentes e licenciandos foi a investigação de aspectos da formação destes.

Por fim, ainda que existam limitações nas constatações feitas, uma vez que trata-se de uma amostra das publicações na área, conclui-se que há relevância desta pesquisa para compreensão, por educadores e pesquisadores da área, dos enfoques nas investigações brasileiras sobre o ensino e a aprendizagem dos conhecimentos químicos nos últimos cinco anos, a partir dos aspectos explicitados.

6. Referencias

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Ed. 70. Lisboa: Portugal, 1977.
- BRASIL. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.** Plataforma Sucupira. Qualis Periódicos. 2016. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Visitado em: 21, abr., 2020.
- BRASIL. **Ministério da Educação.** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

- 2020a. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/>>. Visitado em: 21, abr., 2020.
- BRASIL. Publicações da Sociedade Brasileira de Química. **Revista Química Nova na Escola. 2020b.** Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/?agrep=jbcs,qn,qnesc,qnint,rvq>>. Visitado em: 26, mai., 2020.
- BRASIL. **Revista Brasileira de Ensino de Química.** Sobre a revista. 2020c. Disponível em: <<http://rebeq.revistascientificas.com.br/sobre.php>>. Visitado em: 26, mai., 2020.
- BRASIL. Sociedade Brasileira de Ensino de Química. História da SBEnQ. 2020d. Disponível em: <<https://sbenq.org.br/sobre/>>. Visitado em: 26, jul., 2020.
- CARVALHO, A. M. P. de; BEJARANO, N. R. R. A educação química no Brasil. Uma visão através das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, Cidade do México, v. 11, n. 1, pp. 160-167. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.1.66475>.
- COLEN, J. 17 anos de Química Nova na Escola: notas de alguém que a leu como estudante no ensino médio e no ensino superior com aspirações à docência. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 1, pp. 16-20. 2012.
- FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, pp. 257-272. 2002.
- DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302002000300013>.
- MÓL, G. de S.; SILVA, R. M. G. da; SOUZA, F. N. de. Dificuldades e perspectivas para a pesquisa no ensino de química no Brasil. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 5, n. 2, pp. 178-199. 2013. DOI:<https://doi.org/10.34624/id.v5i2.4344>.
- MORTIMER, E. F. Dez anos de Química Nova na Escola: A consolidação de um Projeto da Divisão de Ensino da SBQ. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 20, n. 01, pp. 3-10. 2004.
- ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação. **Revista diálogo educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, pp. 37-50. 2006.
- SANTOS, W. L. P. dos; PORTO, P. A. A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 10, pp. 1570-1576. 2013.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, pp. 14-24. 2002.
- SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, pp. 27-31. 1995.
- SOARES, M. B. **Alfabetização no Brasil: o estado do conhecimento.** INEP/MEC. Brasília: Brasil, 1989.



AÇÕES DOCENTES RELACIONADAS AOS RECURSOS DIDÁTICOS UTILIZADOS EM AULAS DE UMA LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

TEACHER ACTIONS RELATED TO LEARNING RESOURCES USED IN BIOLOGICAL SCIENCES EDUCATION CLASSES

ACCIONES DOCENTES RELACIONADAS CON LOS RECURSOS DIDÁCTICOS UTILIZADOS EN LAS CLASES DE LA LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Geovana Caldeira Lourenço * , Marinez Meneghello Passos ** 
Sergio de Mello Arruda *** 

Lourenço, G; Passos, M; Arruda, S. (2022). Ações docentes relacionadas aos recursos didáticos utilizados em aulas de uma licenciatura em Ciências Biológicas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp 487-503. DOI: ¹<https://doi.org/10.14483/23464712.17479>

Resumo

Neste artigo, trazemos os resultados de uma investigação que objetivou descrever e analisar as ações docentes relacionadas aos recursos didáticos utilizados em aulas de uma Licenciatura em Ciências Biológicas. Para a coleta de dados, gravamos as aulas de um docente de uma Instituição de Ensino Superior pública do estado do Paraná/Brasil e registramos notas de campo sobre elas. Apresentamos a análise de duas aulas, uma em que os recursos utilizados foram os *slides* e outra, a lousa e o pincel marcador. Inspirando-nos na Análise de Conteúdo, categorizamos as ações docentes em três níveis: macro ações, ações e micro ações. Em nossos resultados, verificamos que o uso dos *slides* evidenciou um menor número de ações docentes, além de um menor tempo para executá-las, que o da lousa e do pincel marcador. Também identificamos uma ação exclusivamente relacionada ao uso dos *slides* (ação *Indica*) e três ações relacionadas ao uso da lousa e do pincel marcados (ações *Apaga*, *Dita* e *Escreve*).

Palavras-Chave: Ciências Biológicas. Recursos didáticos. Formação de professores.

* Mestre em Ensino de Ciências. Universidade Estadual de Londrina, Brasil. E-mail: geovana1311@gmail.com.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4957-7658>

** Doutora em Educação para a Ciência. Universidade Estadual de Londrina, Brasil. E-mail: marinezmp@sercomtel.com.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8856-5521>

*** Doutor em Educação. Universidade Estadual de Londrina, Brasil. E-mail: sergioarruda@sercomtel.com.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4149-2182>

Recibido: abril de 2021. Fecha de aceptado: mayo de 2022

Abstract

This paper presents research results whose objective was to describe and analyze the teaching actions related to the didactic resources used in the Biological Sciences Education Program classes. Data collection was by recording teacher lessons at a public Higher Education Institution in the state of Paraná/Brazil, and writing field notes about them. We present the analysis of these classes, one in which the resources used were the slides, and the other, the board and marker. Based on content analysis, we categorize teaching actions into three levels: macro-actions, actions, and micro-actions. In the results, we found that slide use showed a lower number of teaching actions and a shorter time to execute it, in comparison with the board and marker use. We also identified one action related exclusively to the use of slides, specifically the *Indicate* action, and three actions related to the use of the board, whose actions were *Erase*, *Dictate*, and *Write*.

Keywords: Biological Sciences. Learning resources. Teachers Education.

Resumen

Se presentan resultados de una investigación que tuvo como objetivo describir y analizar las acciones docentes relacionadas con los recursos didácticos utilizados en las clases de la Licenciatura en Ciencias Biológicas. Para la recolección de datos, registramos las lecciones de un profesor de una Institución de Educación Superior pública en el estado de Paraná/Brasil y registramos notas de campo sobre ellas. Presentamos el análisis de las clases, una en la que los recursos utilizados fueron las diapositivas y la otra, el tablero y marcador. Basados en el análisis de contenido, categorizamos las acciones docentes en tres niveles: macro acciones, acciones y micro acciones. En los resultados, encontramos que el uso de diapositivas mostró un menor número de acciones docentes, además de un menor tiempo para ejecutarlas en comparación con el tablero y borrador. También identificamos una acción relacionada exclusivamente con el uso de diapositivas, específicamente la acción *Indicar* y tres acciones relacionadas con el uso de tablero, cuyas acciones fueron *Borrar*, *Dictar* y *Escribir*.

Palabras-Clave: Ciencias Biológicas. Medios de enseñanza. Formación de profesores

1. Introdução

Muitas divulgações de resultados de pesquisas desenvolvidas na área da Educação tendem a realizar prescrições acerca do trabalho docente, reproduzindo “visões normativas e moralizantes da docência, que se interessam antes de tudo pelo que os professores *deveriam ou não* fazer, deixando de lado o que eles realmente *são e fazem*” (TARDIF, LESSARD, 2008, p. 36, grifo dos autores).

Obras de autores tradicionalmente referenciados na literatura educacional também se vinculam à tendência prescritiva apontada por TARDIF e

LESSARD (2008). Sobre os recursos didáticos, por exemplo, algumas obras de NÉRICI (1985), KRASILCHIK (2008) e JUSTINO (2011) trazem considerações sobre seus diferentes tipos e como “devem” ser manipulados pelos professores durante as aulas.

Buscando superar as visões mencionadas, TARDIF e LESSARD (2008) propõem que sejam desenvolvidos estudos que busquem descrever e analisar o que os docentes fazem, de fato, em sala de aula. Isto é, que considerem para análise e interpretação as atividades dos professores tais como ocorrem em seus locais de trabalho.

Considerando que o uso de recursos didáticos é prescrito na literatura, passamos a nos questionar que implicações poderiam trazer às ações docentes. De modo a responder nossa indagação, inspiramo-nos na proposição de TARDIF e LESSARD (2008) para a realização de um estudo da docência tal como ela ocorre em sala de aula.

Em nosso trabalho, buscamos descrever as ações docentes manifestadas em sala de aula por meio de categorias. Como nossa questão norteadora se refere aos recursos didáticos utilizados em aula, procuramos, sobretudo, analisar as ações docentes relacionadas a eles, considerando semelhanças e diferenças entre as categorias encontradas e o tempo dedicado pelo docente para cada uma delas. Para tanto, tivemos como objeto de estudo duas aulas ministradas por um docente em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma Instituição de Ensino Superior (IES) do interior do estado do Paraná/Brasil.

2. Marco teórico

Em alguns documentos que embasam a formação de professores no Brasil², é nítida a expectativa de que os professores em formação inicial construam conhecimentos pedagógicos relacionados ao uso de recursos didáticos, e aqueles em formação continuada, que aprimorem esses conhecimentos. Essa expectativa vai ao encontro justamente daquilo que nos propomos a investigar: o que o uso de recursos didáticos pode revelar quanto à atuação dos professores em sala de aula.

Nesse sentido, considerando os objetivos que pretendemos atingir, faz-se necessário discorrer sobre recursos didáticos e ações docentes, como feito a seguir.

2.1. Recursos didáticos

Os recursos didáticos, também denominados instrumentos ou materiais didáticos, podem ser entendidos, no contexto educacional, como “a

ligação entre a teoria (palavra) e a prática (realidade)” (JUSTINO, 2011, p. 108). São meios que possibilitam a aproximação do aluno aos fatos e fenômenos estudados (NÉRICI, 1985). Para JUSTINO (2011), qualquer material utilizado como facilitador da aprendizagem pode ser entendido como recurso didático.

Durante a coleta de dados que realizamos, o docente participante utilizou a lousa, em conjunto com o pincel marcador, e os *slides* como recursos em suas aulas, que trazemos para discussão neste artigo.

A lousa e o pincel marcador exercem funções similares ao quadro e ao giz, os quais são comumente utilizados pelos professores para o registro de textos que resumem os conteúdos que serão ou que foram apresentados na aula (KRASILCHIK, 2008). Suas vantagens incluem a fácil disponibilidade, por serem encontrados na grande maioria das salas de aula das escolas brasileiras, a possibilidade de visualização pela turma inteira e do uso constante (JUSTINO, 2011).

Especificamente em relação ao quadro e ao giz, NÉRICI (1985) determina como deve ser utilizado pelos professores em suas aulas – o que reafirma a tendência prescritiva presente na área educacional mencionada anteriormente.

O professor deve usar, ao máximo, o [...] quadro de giz, principalmente no ensino de assuntos em que é difícil apresentação de material didático mais apropriado. [...] O professor deve, também, falar com giz, consignando no quadro [...], nomes, resumos, esquemas, revisões, recapitulações etc. [...] Ao entrar em classe, deve o professor apagar ou mandar apagar tudo o que ficou consignado, da aula anterior, no quadro [...], para evitar possíveis distrações dos alunos (NÉRICI, 1985, p. 337, grifo do autor).

Os *slides*, por sua vez, são recursos didáticos recentemente incorporados por parte das escolas

no Brasil. Eles também apontam habilidades requeridas aos licenciandos e aos professores ao longo de seus respectivos processos formativos. Parte delas se refere ao uso de recursos didáticos.

² Os documentos aos quais nos referimos são a Resolução CNE/CP 2/2019 e a Resolução CNE/CP 1/2020, que definem diretrizes curriculares para, respectivamente, a formação inicial e a formação continuada de professores

brasileiras³. Eles podem ser utilizados juntamente a uma televisão, ou, como feito pelo participante de nossa pesquisa: com o auxílio de um projetor e uma tela de projeção.

Os *slides* consistem em projeções, que “podem trazer, com um dinamismo inestimável, a realidade distante ou de difícil apreensão, para dentro da sala de aula” (NÉRICI, 1985, p. 389). Entre as vantagens citadas por NÉRICI (1985) quanto ao uso de projeções tem-se a possibilidade de o professor ficar voltado para a classe, continuamente, e de o material projetado ser utilizado em outras aulas.

O uso de *slides* em sala de aula deve atender a algumas “regras gerais”, conforme apontado por ROSA (2000), como o preparo de soluções alternativas, caso a projeção não funcione; a conferência da distância adequada das carteiras dos alunos, para que todos possam visualizá-los; a não programação de um número de *slides* exagerado para apresentação; entre outros. Parte dessas “regras” também pode ser entendida como prescrições para a atuação docente.

2.2. Ação docente em sala de aula

Para TARDIF e LESSARD (2008), a docência pode ser entendida como um trabalho interativo. Segundo os autores, trabalhar “não é exclusivamente transformar um objeto em alguma outra coisa, em outro objeto, mas é envolver-se ao mesmo tempo numa práxis fundamental em que o trabalhador também é transformado por seu trabalho” (TARDIF, LESSARD, 2008, p. 28). Nesse sentido, a docência, além de modificar seu objeto de trabalho, permite que o próprio sujeito que a exerce seja por ele modificado.

E qual seria o objeto de trabalho da docência? TARDIF (2014) e TARDIF e LESSARD (2008)

afirmam consistir nas relações interativas estabelecidas entre o professor e outros atores escolares. A docência, pois, é “realizada concretamente numa rede de interações com outras pessoas, num contexto onde o elemento humano é determinante e dominante e onde estão presentes símbolos, valores, sentimentos, atitudes, que são passíveis de interpretação e decisão” (TARDIF, 2014, p. 49-50).

A interatividade “caracteriza o principal objeto do trabalho do professor, pois o essencial de sua atividade profissional consiste em entrar numa classe e deslanchar um programa de interações com os alunos” (TARDIF, LESSARD, 2009, p. 235). A presença desse “objeto humano” (TARDIF, LESSARD, 2008, p. 28), representado pelas interações estabelecidas com o outro, seria, justamente, o fator responsável por influenciar e transformar as ações tomadas pelos professores.

Considerando a interatividade como parte integrante da docência, é possível analisá-la segundo as discussões teóricas de WEBER (1978) sobre a ação social. Para o sociólogo, a “ação” refere-se ao comportamento para o qual o agente atribui um significado subjetivo, e passa a ser “social” quando “seu significado subjetivo leva em conta o comportamento dos outros e, portanto, é orientado em seu curso” (WEBER, 1978, p. 4, tradução nossa). Isto é, a ação social seria aquela em que “o agente, ao agir, leva em consideração sua interação com outros indivíduos” (AQUINO, 2000, p. 19).

Podemos, portanto, compreender a docência como uma ação social, pois, segundo TARDIF e LESSARD (2008, p. 8), ela se configura como “uma atividade em que o trabalhador se dedica ao seu ‘objeto’ de trabalho, que é justamente outro ser humano, no modo fundamental da interação humana” (grifo dos autores). Entre elas:

³ Fizemos algumas inferências sobre fatores que podem estar relacionados à incorporação parcial dos *slides* nas escolas brasileiras, com base nas discussões realizadas por SUÁREZ (2016) ao longo de seu trabalho: 1) esses espaços podem não dispor de tecnologias de informação e de comunicação (TICs) – como televisões, computadores etc. – que permitem a projeção dos *slides*, o que se torna um impeditivo para usá-los devido à ausência de

ferramentas; 2) os professores podem não ser alfabetizados nas TICs, o que pode dificultar o uso desses recursos em aula por desconhecimento de como fazê-lo; 3) as concepções dos professores quanto à eficiência das TICs no ensino podem não ser favoráveis, fazendo com que se oponham ao seu uso durante as aulas por não acreditarem em seu potencial.

as interações com outros agentes escolares, como os alunos, modificam profundamente as ações tomadas pelos professores (TARDIF, LEASSARD, 2008), o que nos leva a afirmar que, ao agirem, eles levam em consideração sua interação com o outro.

Nesse sentido, o que entendemos por “ação docente” reúne a definição de WEBER (1978) para a ação social e as discussões de TARDIF e LESSARD (2008) em relação ao trabalho docente. Portanto, compreendemos a ação docente como uma ação social que “inclui as relações que acontecem nesse ambiente e sua gestão” (ARAÚJO, LIMA, PASSOS, 2020, p. 375).

Embora a sala de aula seja um ambiente relativamente organizado, estável, uniforme e apoiado em rotinas e tradições, trata-se também de um ambiente “impossível de controlar inteiramente, pois, simultaneamente, são várias as coisas que se produzem em diferentes níveis de realidade: físico, biológico, psicológico, simbólico, individual, social, etc.” (TARDIF, LESSARD, 2008, p. 43), o que dificulta a interpretação do trabalho docente segundo regras gerais, esquemas globais e prescrições. Por esse motivo, propomo-nos a investigar as ações docentes por um viés não prescritivo, mas descritivo⁴. De certa forma, estamos adotando a perspectiva recomendada por TARDIF e LESSARD (2008), que pode ser denominada de construção de “*modelos indutivos do trabalho docente*, a saber, modelos de interpretação e de compreensão baseados no estudo de sistemas de ação concretos nos quais os docentes atuam” (TARDIF, LESSARD, 2008, p. 39, grifo dos autores).

3. Metodologia de pesquisa

A pesquisa que desenvolvemos é de cunho qualitativo, cujas questões investigadas não são estabelecidas por meio da operacionalização de variáveis, mas a partir dos “fenômenos em toda a

sua complexidade e em contexto natural” (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p. 16).

Realizamos a presente pesquisa após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP) da Universidade à qual nos vinculamos. Seu contexto se desenvolveu em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma Instituição de Ensino Superior (IES) da rede pública, situada no estado do Paraná/Brasil. Contamos com um de seus docentes como participante (aqui identificado por P1)⁵, cujas aulas ministradas à disciplina de Ecologia de Ecossistemas tiveram seus dados coletados por nós. Até o momento da coleta, essa disciplina pertencia à grade curricular do 3º ano do curso, ocorria às quartas-feiras e contava com 19 alunos regularmente matriculados.

Para a coleta dos dados, realizamos gravações em vídeo das aulas do docente participante (com auxílio da câmera de um celular que se encontrava apoiado sobre um tripé) e fizemos registros em notas de campo sobre informações complementares das aulas. As gravações foram iniciadas no horário em que a aula começava – independentemente de o professor já estar presente em sala – e finalizadas após o professor deixar a sala de aula.

A coleta ocorreu entre os meses de setembro e outubro de 2019. Nesse período, colhemos informações referentes a cinco aulas (de duração máxima de 1 hora e 40 minutos cada) ministradas por P1 nessa disciplina. Para identificá-las, nomeamo-las pelas letras A, B, C, D e E, considerando a ordem cronológica em que ocorreram.

O referencial analítico no qual nos inspiramos foi a Análise de Conteúdo (AC). Segundo BARDIN (2011), ela pode ser definida por um “conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não)

enquadrarem em nossos critérios de seleção, apontados adiante. Devido à extensão de nosso artigo e por não terem sido analisadas, optamos por não os apresentar.

⁴ Outras informações a respeito desses vieses podem ser consultadas em Arruda, Passos e Broietti (2021).

⁵ Acompanhamos as aulas de outros docentes da instituição. Contudo, elas não foram analisadas por não se

que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens” (BARDIN, 2011, p. 48).

As etapas que constituem a AC podem ser resumidas em três momentos: pré-análise; exploração do material; tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Durante a pré-análise, os materiais que constituem o acervo da pesquisa são lidos, para o pesquisador se impregnar do seu conteúdo. É neste momento em que eles são organizados e preparados para a exploração subsequente (BARDIN, 2011).

Em nosso caso, com o auxílio dos registros feitos em notas de campo, organizamos o conteúdo de todas as gravações que possuíamos no Quadro 1.

Quadro 1. Informações relativas às aulas gravadas de P1.

Aula	Data	Local	Conteúdo	Recursos	Estratégia
A	11/09/19	Laboratório de informática	Ciclo hidrológico	<i>Notebook</i> , lousa e pincel marcador	Aula expositiva dialogada com atividades
B	02/10/19	Sala de aula	Ciclo hidrológico e ciclo do carbono	<i>Notebook</i> e <i>slides</i> , apresentados por projetor e tela de projeção	Aula expositiva dialogada
C	09/10/19	Sala de aula	Ciclo do carbono e ciclo do nitrogênio	<i>Notebook</i> e <i>slides</i> , apresentados por projetor e tela de projeção	Aula expositiva dialogada
D	16/10/19	Sala de aula	Origem da vida	<i>Notebook</i> e filme, apresentado por projetor e tela de projeção	Não houve*
E	23/10/19	Sala de aula	Energia nos ecossistemas	<i>Notebook</i> , lousa e pincel marcador	Aula expositiva dialogada

*A aula foi utilizada para a transmissão de um filme. Apesar de terem sido utilizados recursos didáticos, não houve estratégia de ensino realizada por P1 em relação à qual podemos destacar um rol de ações.

Fonte: os autores.

Após essa organização, fizemos algumas leituras do quadro visando ampliar nossa compreensão a respeito das aulas filmadas. Passamos a entender suas colunas (data, local, conteúdo, recursos e estratégia) como fatores que podem influir nas ações docentes⁶. Assim, consideramo-los para a seleção de aulas, tendo em vista aquelas com maior número de fatores similares possível – com exceção dos recursos, nosso foco investigativo –, de modo que pouco refletissem nas ações docentes.

De antemão, desconsideramos a data e o conteúdo de nossos critérios, já que naturalmente são distintos em aulas subsequentes de uma mesma disciplina. A partir dos critérios restantes, selecionamos as aulas B e E para análise. Essas aulas ocorreram no mesmo ambiente (sala de aula), tiveram a mesma estratégia de ensino (aula expositiva dialogada⁷), mas diferentes recursos (respectivamente, *slides*, apresentados por um projetor e uma tela de projeção, e lousa e pincel marcador). Destaca-se que a aula C também

⁶ Reconhecemos que existem outros fatores que influenciam as ações docentes, como os saberes construídos pelos professores durante sua atuação profissional, além de suas próprias crenças sobre como as pessoas aprendem, conforme investigado por MORENO, LÓPEZ-CORTÉS e CADEÑO (2021) e por MORENO, LÓPEZ-CORTÉS e MORENO (2018). Não fizemos menção a esses fatores no corpo do trabalho por não terem

sido coletados pelos instrumentos que utilizamos para a coleta de dados.

⁷ Consideramos que uma aula expositiva dialogada é aquela em que ocorre a “exposição do conteúdo, com a participação ativa dos estudantes, cujo conhecimento prévio deve ser considerado e pode ser tomado como ponto de partida” (ANASTASIOU; ALVES, 2005, p. 79).

poderia compor nosso material de análise, por possuir características similares à aula B; porém, nesta aula, as luzes da sala permaneceram apagadas, o que impediu a identificação de muitas das ações de P1. Por esse motivo, ela foi desconsiderada do movimento analítico. Também desconsideramos as aulas A e D por não se enquadrarem aos critérios estabelecidos.

Após a seleção, realizamos a transcrição das aulas B e E, preparando-as para a etapa seguinte. Para a transcrição, foram realizados diversos movimentos. No Quadro 2, apresentamos um

Quadro 2. Parte da transcrição da aula B de P1.

Tempo	Descrição das ações de P1	Fala de P1	Tempo	Descrição das ações dos alunos	Fala dos alunos
21'52" a 21'54"	Faz uma pergunta a respeito do conteúdo à turma	<i>"Mas, o que tem a semente de mais aí, no caso?"</i>			
22'55"	Espera a turma responder à pergunta feita		2'54" a 21'55"	A19 responde à pergunta feita por P1 a respeito do conteúdo	A19: <i>"Porque ela tem uma reserva de nutrientes."</i>
21'56" a 21'57"	Concorda com a resposta de A19 enquanto caminha pela sala de aula	<i>"Opa! Tem reservas de nutrientes."</i>			
21'58" a 22'04"	Faz uma pergunta retórica durante a exposição do conteúdo enquanto caminha até o Notebook	<i>"Então, que é possível que ela fique por um bom tempo com aquela característica, tá?"</i>			

Fonte: os autores.

Com a transcrição das aulas, iniciamos as possíveis interpretações e evidenciações, como indicado por BARDIN (2011), um processo de "leitura flutuante". Tal momento resume-se à aplicação sistemática das decisões tomadas anteriormente. Em nosso caso, deu-se por movimentos previamente estabelecidos: a exploração do material com a unitarização dos dados, a categorização das ações docentes identificadas nas aulas e a contagem dos tempos dessas ações.

exemplo de parte⁸ da transcrição da aula B. Esses movimentos incluíram a transcrição das falas de P1 (coluna 3) e das falas dos alunos (coluna 6) – identificados por códigos constituídos pela consoante A seguida de um número (de 1 a 19), conforme a ordem alfabética de seus nomes; a transcrição das ações observadas de P1 (coluna 2) e das ações observadas dos alunos (coluna 5), por meio de descrições; a identificação do intervalo de tempo em que as falas e as ações de P1 (coluna 1) e em que as falas e as ações dos alunos (coluna 4) ocorreram.

De posse das transcrições, definimos unidades de análise: elementos unitários que seriam submetidos à categorização. Consideramos que os resultados das descrições da ação de P1 (coluna 2 do Quadro 2) e a transcrição de sua fala (coluna 3 do Quadro 2), quando presente, em um mesmo intervalo de tempo, compõem uma unidade de análise.

Como as descrições das ações dos alunos e a transcrição de suas falas não são foco de nosso estudo, elas foram desconsideradas durante a análise. Portanto, no Quadro 2, estão presentes

⁸ Cabe esclarecer que apresentamos somente parte dos dados que temos, pois a completude deles exigiria uma

quantidade de páginas não adequadas para um artigo científico.

quatro unidades de análise da aula B: três delas constituídas tanto pela descrição da ação de P1 quanto pela transcrição de sua fala (linhas 1, 3 e 4), e uma, apenas pela descrição de sua ação (linha 2). Ao todo, obtivemos 1.881 unidades de análise, sendo 956 unidades na aula B e 925 unidades na aula E.

Na sequência, realizamos a categorização, “uma operação de classificação de elementos constitutivos por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos” (BARDIN, 2011, p. 147). O critério empregado por nós foi o de similaridade entre os significados das unidades de análise.

A categorização das ações docentes já fora realizada em outras investigações, como na desenvolvida por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018), na qual foram analisadas as ações de três docentes distintos em aulas expositivas de Matemática ministradas no Ensino Fundamental. Assim como os autores, fizemos a categorização em três níveis: macroações, ações e microações, todavia com uma alteração na denominação⁹.

O primeiro nível de categorização, a macroação, pode ser entendido como um dos momentos da aula analisada, que abrange conjuntos de ações docentes. O segundo nível de categorização, a ação, representa o que de fato o sujeito (neste caso, o professor P1) fez naquele momento da aula e engloba conjuntos de microações. O terceiro nível de categorização, a microação, refere-se ao contexto específico em que cada uma das ações se desenvolveu.

Nesse processo, utilizamos as unidades de análise para elaborar as microações. Depois, agrupamos as microações de significados similares em uma mesma ação. Por fim, reunimos

as ações em momentos que podem representar a aula: as macroações. Para sua determinação, baseamo-nos nos resultados obtidos por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018)¹⁰.

A exploração do material foi finalizada com a contagem dos tempos das ações docentes. Para tanto, somamos o tempo destinado por P1 em cada uma das categorias pertencentes aos três níveis citados.

O momento final da análise consistiu no tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Este, segundo BARDIN (2011), é quando o pesquisador elabora inferências e supõe interpretações a partir dos dados que tem em mãos. Então, redige um texto que comunica os resultados obtidos, juntamente às descrições das etapas seguidas para tal.

4. Resultados

A partir da análise das duas aulas mencionadas, pudemos identificar dez macroações (primeiro nível de categorização), que denominamos por: *Burocrático-Administrativa, Comenta, Dialoga, Ensina, Espera, Opina, Pergunta, Pessoal, Uso dos Recursos e Outros*. Distribuídas entre essas macroações, ao todo, identificamos 42 ações (segundo nível de categorização), que, juntas, abrangeram 264 microações (terceiro nível de categorização).

Apresentamos as descrições das macroações que encontramos neste estudo, bem como as ações a elas pertencentes a seguir. Posteriormente, apresentamos as macroações, as ações e as microações encontradas em cada uma das respectivas aulas analisadas, uma vez que houve distinção entre elas com relação ao segundo e ao terceiro nível de categorização.

A macroação *Burocrático-Administrativa* foi descrita por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS

Burocrático-Administrativa (relacionada ao cumprimento de atividades burocráticas e administrativas), *Explica* (relacionada à explicação do conteúdo e de atividades), *Escreve* (relacionada à escrita de conteúdo e de atividades no quadro) e *Espera* (relacionada à espera pelo acontecimento de algo).

⁹ Os autores mencionados denominaram os três níveis de ação por: categorias, subcategorias e sub-subcategorias. Entendemos que eles correspondem, respectivamente, ao que chamamos por macroações, ações e microações.

¹⁰ Os autores mencionados verificaram que as ações de três professores (sujeitos da pesquisa), em aulas expositivas, poderiam ser representadas por quatro categorias:

(2018) e compreende ações burocráticas realizadas pelo docente, por vezes visando a administração da sala de aula. No nosso caso, elas envolveram: seu deslocamento até a (e para fora da) sala de aula; a organização e o recolhimento de seus materiais; o acesso à pauta de chamada, sua realização e atualização; e, a convocação dos alunos para iniciar a aula, propriamente dita. Dentro dela, foram alocadas sete ações: *Acessa, Atualiza, Convoca, Desloca-se, Organiza, Realiza e Recolhe*.

A macroação *Comenta* emergiu ao longo de nossas análises. Ela inclui as ações em que o docente faz apontamentos e observações a respeito de assuntos acadêmicos (conteúdo; recursos didáticos ou físicos da sala de aula; intervenção do aluno, por meio de comentários, perguntas, respostas, relatos etc.) e de assuntos não acadêmicos (filmes; vídeos; emissora de televisão; locais visitados; relatos etc.). Dentro dela, foram alocadas duas ações: *Comenta assuntos acadêmicos* e *Comenta assuntos não acadêmicos*.

A macroação *Dialoga* também emergiu ao longo de nossas análises. Compreendemos que ela consiste nas ações em que o docente conversa com os alunos, trocando palavras ou ideias com eles. Nesses casos, na maior parte das vezes, há uma alternância entre os papéis de quem fala e de quem ouve no discurso. São exemplos: pedir ao aluno para realizar algo; agradecer ao aluno por ter realizado uma ação desejada ou esperada; chamar a atenção da turma; desaprovar a ausência de resposta da turma a uma pergunta feita; desculpar-se por ter exposto uma informação equivocada e corrigir-se; relatar experiência pessoal, um texto lido ou um estudo feito por outros pesquisadores; responder à pergunta de um aluno etc. Dentro dela, foram alocadas quatorze ações: *Agradece, Chama atenção, Concede, Corrige-se, Desaprova, Desculpa-se, Despede-se, Incentiva, Informa, Lamenta, Pede, Recomenda, Relata e Responde*.

A macroação *Ensina* foi inspirada na categoria de ação *Explica*, criada por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018). Em seu trabalho, os autores consideraram que ela abrangeria as situações

relacionadas à explicação do conteúdo e/ou de atividades. Contudo, entendemos que a explicação seja apenas uma das possibilidades de ação, em se tratando de ensino do conteúdo. Determinamos, então, que a macroação *Ensina* inclui ações diretamente relacionadas ao ensino, como: a exposição do conteúdo; a explicação do conteúdo à turma, a partir da dúvida de um aluno ou de um filme transmitido; e, a retomada de conteúdos já estudados, de um filme transmitido ou de atividades de aulas anteriores. Dentro dela, foram alocadas três ações: *Explica, Expõe e Retoma*.

A macroação *Espera* foi descrita por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018). Entendemos que ela engloba as ações em que o docente espera que algo desejável ou provável aconteça, podendo agir simultaneamente à sua espera. No nosso caso, verificamos que sua espera é para que a turma ou um aluno, em específico, realize algo. São exemplos a espera pela(o): chegada da turma à sala de aula; resposta da turma/do aluno a uma pergunta; intervenção da turma/do aluno durante a aula, por meio de comentários, relatos e/ou perguntas; silêncio dos alunos; e, registro de informações relacionadas ao conteúdo feito pela turma em seus cadernos. Dentro dela, foram alocadas duas ações: *Espera a turma* e *Espera o aluno*.

A macroação *Opina* também emergiu ao longo de nossas análises. Consideramos pertencentes a ela as ações em que o docente demonstrou estar em concordância ou em discordância com a intervenção do aluno durante a aula, por meio de respostas, comentários ou relatos. Dentro dela, foram alocadas duas ações: *Concorda* e *Discorda*.

A macroação *Pergunta* também emergiu ao longo de nossas análises. Entendemos que ela engloba a elaboração de perguntas pelo docente, sejam elas direcionadas à turma, a um aluno em específico ou a si mesmo. As perguntas podem se referir a assuntos acadêmicos (conteúdo; recursos didáticos ou físicos da sala de aula; intervenção do aluno, por meio de comentários, perguntas, respostas, relatos etc.) ou não acadêmicos (vivências pessoais, horário etc.). Dentro dela,

foram alocadas três ações: *Pergunta à turma*, *Pergunta ao aluno* e *Pergunta retórica*.

A macroação *Pessoal* também emergiu ao longo de nossas análises. Entendemos que ela reúne as ações realizadas pelo docente que possuem certa subjetividade, em grande parte relacionadas à manifestação de sentimentos. Alguns exemplos são: a expressão de sentimentos, como surpresa e indignação; a expressão de ações cognitivas, como pensar a respeito do conteúdo que será exposto e se lembrar da linha de raciocínio anteriormente estabelecida; o riso por conta da intervenção de um aluno; entre outros. Dentro dela, foram alocadas duas ações: *Expressa* e *Ri*.

A macroação *Uso dos Recursos* também emergiu ao longo de nossas análises. Entendemos que ela agrupa as ações realizadas pelo docente relacionadas ao preparo dos recursos didáticos para ser (ou após ter sido) utilizados durante a aula, e ao seu uso propriamente dito. Os recursos didáticos utilizados por P1 nas aulas analisadas foram os *slides* (apresentados por meio de um projetor e de uma tela de projeção), a lousa, o

pincel marcador e, como recurso auxiliar, o *Notebook*. Assim, alguns exemplos de ações realizadas pelo docente são: a conexão do cabo do projetor ao *Notebook*; a manipulação do *Notebook* para iniciar a apresentação de *slides*; a indicação de textos, ilustrações e fotografias nos *slides* projetados; a conferência do conteúdo pela tela de projeção, pelo *Notebook* e pela lousa; a escrita na lousa; o ditado do conteúdo; entre outros. Dentro dela, foram alocadas seis ações: *Apaga*, *Confere*, *Dita*, *Escreve*, *Indica* e *Manipula*.

A macroação *Outros* foi criada a partir de uma ação identificada em nosso trabalho que não possui relação com as demais. Incluímos nela a locomoção do docente dentro da sala de aula, como a caminhada até a tela de projeção, a lousa, o interruptor para regular as luzes etc. Assim, dentro dela, foi alocada uma ação: *Caminha*.

No Quadro 3, apresentamos exemplos de microações que foram agrupadas dentro das ações apresentadas anteriormente.

Quadro 3. Macroações, ações e exemplos de microações referentes às aulas B e E.

Macroação	Ação / Exemplo de microação
Burocrático- -Administrativa	Acessa / Acessa a pauta de chamada pelo celular Atualiza / Atualiza a chamada enquanto comenta a respeito da chamada Convoca / Convoca a turma para iniciar a aula Desloca-se / Desloca-se para sair da sala de aula Organiza / Organiza as atividades da aula anterior sobre a mesa Realiza / Realiza a chamada Recolhe / Recolhe os materiais que estão sobre a mesa
Comenta	Comenta assuntos acadêmicos / Comenta a respeito do conteúdo Comenta assuntos não acadêmicos / Comenta a respeito de vídeos
Dialoga	Agradece / Agradece ao aluno por ter entregado a atividade desenvolvida na aula anterior Chama atenção / Chama a atenção à dica dada para responder a uma pergunta Concede / Concede permissão para o aluno falar Corrige-se / Corrige-se a respeito da pronúncia incorreta de um termo Desaprova / Desaprova a turma por não ter respondido a uma pergunta Desculpa-se / Desculpa-se por ter exposto uma informação incorreta Despede-se / Despede-se da turma Incentiva / Incentiva o aluno a responder a uma pergunta Informa / Informa a turma a respeito de suas férias Lamenta / Lamenta a impossibilidade de projetar os <i>slides</i> Pede / Pede ao aluno para acender as luzes da sala de aula Recomenda / Recomenda formas de trabalho com o conteúdo em sala de aula Relata / Relata experiência pessoal Responde / Responde à pergunta do aluno a respeito do conteúdo

Ensina	Explica / Explica o conteúdo à turma a partir da pergunta de um aluno Expõe / Expõe o conteúdo enquanto gesticula Retoma / Retoma o conteúdo de aulas anteriores
Espera	Espera a turma / Espera a turma responder a uma pergunta a respeito do conteúdo Espera o aluno / Espera o aluno relatar um documentário por ele assistido
Opina	Concorda / Concorda com o comentário do aluno a respeito do conteúdo Discorda / Discorda da resposta do aluno a uma pergunta
Pergunta	Pergunta à turma / Pergunta que conduz a turma a raciocinar a respeito do conteúdo Pergunta ao aluno / Pergunta ao aluno a respeito de assuntos não acadêmicos Pergunta retórica / Pergunta retórica durante a exposição do conteúdo
Pessoal	Expressa / Expressa estar pensando a respeito da resposta do aluno Ri / Ri do relato do aluno
Uso dos Recursos	Apaga / Apaga a lousa Confere / Confere os <i>slides</i> projetados Dita / Dita o conteúdo enquanto lê o texto do <i>slide</i> pelo <i>Notebook</i> Escreve / Escreve o conteúdo na lousa Indica / Indica fotografia no <i>slide</i> projetado enquanto aponta para a tela de projeção Manipula / Manipula o projetor
Outros	Caminha / Caminha até o interruptor para acender as luzes da sala de aula

Fonte: os autores.

As macroações indicadas no Quadro 3 foram encontradas nas aulas B e E; no entanto, as ações e as microações foram ligeiramente distintas entre as aulas. Explicitamos esses resultados no quadro a seguir (Quadro 4), em que estão presentes a macroação, as ações e o número de suas microações encontradas nas aulas B e E, separadamente. As células hachuradas indicam as ações que se fizeram presentes em cada aula.

Por meio do Quadro 4, podemos observar que na aula B foram encontradas 34 ações e 168 microações, no total. Já na aula E, foram encontradas 37 ações e 173 microações, no total.

Isso nos mostra que o número de ações e de microações identificado na aula E foi um pouco maior do que o número identificado na aula B.

Ao considerarmos as ações encontradas nas aulas analisadas, notamos que 29 delas são comuns a ambas, sendo exclusivas de cada aula algumas ações das macroações *Dialoga* e *Uso dos Recursos*. Ou seja, as ações pertencentes à maior parte das macroações (*Burocrático-Administrativa*, *Comenta*, *Ensina*, *Espera*, *Opina*, *Pergunta*, *Pessoal* e *Outros*) foram igualmente observadas nas aulas analisadas.

Quadro 4. Macroações, ações e número de microações referentes às aulas B e E.

Macroação	Ações presentes na aula B	Número de microações na aula B	Ações presentes na aula E	Número de microações na aula E
Burocrático-Administrativa	Acessa	1	Acessa	1
	Atualiza	5	Atualiza	4
	Convoca	2	Convoca	1
	Desloca-se	3	Desloca-se	4
	Organiza	2	Organiza	2
	Realiza	1	Realiza	1

	Recolhe	1	Recolhe	2
Comenta	Comenta assuntos acadêmicos	18	Comenta assuntos acadêmicos	21
	Comenta assuntos não acadêmicos	5	Comenta assuntos não acadêmicos	13
Dialoga	Agradece	2	Agradece	-
	Chama	1	Chama	2
	Concede	1	Concede	1
	Corrige-se	2	Corrige-se	2
	Desaprova	2	Desaprova	-
	Desculpa-se	2	Desculpa-se	-
	Despede-se	-	Despede-se	1
	Incentiva	-	Incentiva	1
	Informa	-	Informa	1
	Lamenta	-	Lamenta	1
	Pede	2	Pede	-
	Recomenda	-	Recomenda	2
	Relata	9	Relata	8
	Responde	5	Responde	4
Ensina	Explica	3	Explica	8
	Expõe	11	Expõe	4
	Retoma	4	Retoma	9
Espera	Espera a turma	7	Espera a turma	8
	Espera o aluno	14	Espera o aluno	16
Opina	Concorda	6	Concorda	3
	Discorda	2	Discorda	1
Pergunta	Pergunta à turma	12	Pergunta à turma	9
	Pergunta ao aluno	9	Pergunta ao aluno	7
	Pergunta retórica	15	Pergunta retórica	11
Pessoal	Expressa	7	Expressa	3
	Ri	4	Ri	4
Uso dos Recursos	Apaga	-	Apaga	1
	Confere	1	Confere	2
	Dita	-	Dita	3
	Escreve	-	Escreve	7
	Indica	5	Indica	-
	Manipula	3	Manipula	1
Outros	Caminha	1	Caminha	4
Total	34	168	37	173

Fonte: os autores

Com relação à macroação *Dialoga*, as ações exclusivas da aula B foram: *Agradece*, *Desaprova*, *Desculpa-se* e *Pede*; e as ações exclusivas da aula E foram: *Despede-se*, *Incentiva*, *Informa*, *Lamenta* e *Recomenda*. No geral, acreditamos que essas variações sejam decorrentes de contextos específicos e subjetivos da aula, não possuindo relação com os recursos didáticos utilizados pelo docente – com exceção das ações *Pede* e *Lamenta*, que apresentam relação indireta a seu uso.

Na aula B, a ação *Pede* envolveu o pedido do docente a um aluno para que ele acendesse ou apagasse as luzes da sala de aula. A regulação das luzes foi necessária para que a turma visualizasse os *slides* projetados na tela de projeção, o que era possível somente quando estavam apagadas. Em contrapartida, na aula E, a ação *Lamenta* envolveu a lamentação do docente pela impossibilidade de projetar os *slides* para a turma, já que desejava mostrar imagens presentes neles e contava apenas com a lousa.

Com relação à macroação *Uso dos Recursos*, a ação exclusiva da aula B foi: *Indica*; e as ações exclusivas da aula E foram: *Apaga*, *Dita* e *Escreve*. Essas variações foram decorrentes dos recursos didáticos utilizados pelo docente em cada uma das aulas.

A ação *Indica* envolveu a indicação de textos, fotografias ou ilustrações a serem observadas pela turma nos *slides* projetados. Como eles foram utilizados na aula B, apenas encontramos tal ação e respectivas microações nela.

As ações *Apaga* e *Escreve*, por sua vez, envolveram o uso da lousa, para apagar as informações já registradas ou para registrar novas informações com auxílio do pincel marcador – e, por isso, apenas foram encontradas na aula E, na qual foram utilizados tais recursos. A ação *Dita* não está diretamente relacionada aos recursos didáticos utilizados nesta aula. Contudo, acreditamos que ela tenha surgido nessa aula pelo fato de o docente ter ditado parte das informações a serem registradas pelos alunos em seus cadernos, ao invés de tê-las escrito na lousa; assim, entendemos que está indiretamente (por implicação da ação dos alunos) relacionada ao uso da lousa e do pincel marcador.

Ao considerarmos apenas as microações presentes nas aulas analisadas, notamos que 77 delas são comuns a ambas. Isso significa que a

aula B apresentou 91 microações exclusivas, enquanto a aula E apresentou 96 delas. Nesse sentido, houve um maior número de microações distintas que similares entre elas. Podemos explicar essa diferença pelo fato de cada aula apresentar contextos específicos únicos, não devido a apenas os recursos utilizados, mas ao conteúdo, à frequência de intervenção dos alunos e a outros aspectos.

Após a identificação dos três níveis de categorias nas aulas analisadas, fizemos a contagem do tempo dedicado pelo docente a delas. Destacamos que, para este trabalho, desconsideramos o tempo despendido por P1 às microações, por estarem relacionadas ao contexto específico das aulas, e, portanto, serem muito diversas – como descrevemos. Também desconsideramos o tempo despendido pelo docente à maior parte das ações, visto terem sido igualmente identificadas em ambas as aulas. Apenas consideramos o tempo dedicado por P1 às ações exclusivas de cada aula e às macroações.

Expressamos a contagem do tempo dedicado pelo docente às macroações nas aulas B e E, na tabela a seguir (Tabela 1), considerando valores absolutos e percentuais, que foram calculados a partir do tempo total da aula B, que foi de 1h, 27min e 55s, e o tempo total da aula E, que foi de 1h, 23min e 23s.

Tabela 1. Tempo dedicado às macroações nas aulas B e E.

Macroação	Aula B		Aula E	
	Tempo (min e s)	Tempo (%)	Tempo (min e s)	Tempo (%)
Burocrático-Administrativa	3min e 51s	4,38%	6min e 20s	7,60%
Comenta	8min e 58s	10,20%	14min e 31s	17,41%
Dialoga	10min e 10s	11,56%	8min	9,59%
Ensina	38min e 12s	43,45%	23min e 56s	28,70%
Espera	8min e 50s	10,05%	8min e 46s	10,51%
Opina	1min e 43s	1,95%	56s	1,12%
Pergunta	12min e 8s	13,80%	10min e 1s	12,01%
Pessoal	42s	0,80%	27s	0,54%
Uso dos Recursos	3min e 15s	3,70%	9min e 28s	11,35%
Outros	6s	0,11%	58s	1,16%

Total	1h 27min e 55s	100%	1h 23min e 23s	100%
--------------	----------------	------	----------------	------

Fonte: os autores.

Na aula B, conforme apresentado na Tabela 1, o maior tempo dedicado por P1 foi para a macroação *Ensina* (43,45%), seguida das macroações *Pergunta* (13,80%), *Dialoga* (11,56%), *Comenta* (10,20%), *Espera* (10,05%), *Burocrático-Administrativa* (4,38%), *Uso dos Recursos* (3,70%), *Opina* (1,95%), *Pessoal* (0,80%) e *Outros* (0,11%).

Ao considerarmos o tempo investido pelo docente nas ações exclusivas da aula B pertencentes à macroação *Dialoga* (*Agradece*, *Desaprova*, *Desculpa-se* e *Pede*), verificamos que elas foram pouco expressivas, visto que, juntas, representam 0,3% do tempo da aula (0,04%, 0,09%, 0,08% e 0,09%, respectivamente). A ação exclusiva desta aula pertencente à macroação *Uso dos Recursos* (*Indica*) também o foi, pois representa 0,42% do tempo da aula.

Já na aula E, como apresentado na Tabela 1, o maior tempo dedicado por P1 na aula E também foi para a macroação *Ensina* (28,70%), seguida das macroações *Comenta* (17,41%), *Pergunta* (12,01%), *Uso dos Recursos* (11,35%), *Espera* (10,51%), *Dialoga* (9,59%), *Burocrático-Administrativa* (7,60%), *Outros* (1,16%), *Opina* (1,12%) e *Pessoal* (0,54%).

Ao considerarmos o tempo despendido pelo docente para as ações exclusivas da aula E pertencentes à macroação *Dialoga* (*Despede-se*, *Incentiva*, *Informa*, *Lamenta* e *Recomenda*), verificamos que elas foram pouco expressivas, visto que, juntas, representaram 1,26% do tempo da aula (0,04%, 0,02%, 0,06%, 0,12% e 1,02%, respectivamente). Contudo, as ações exclusivas desta aula pertencentes à macroação *Uso dos Recursos* (*Apaga*, *Dita* e *Escreve*) mostraram-se relevantes, pois, juntas, perfizeram 9,32% do tempo da aula (0,96%, 0,52% e 7,84%, respectivamente).

Esses dados evidenciam que o tempo dedicado por P1 para as macroações foi distinto em cada aula. De modo geral, a distribuição temporal entre elas não exibiu relação com os recursos didáticos utilizados nas aulas, com exceção da macroação *Uso dos Recursos*, para a qual P1 dedicou maior parte do tempo da aula E (11,35%) do que da aula B (3,70%).

Isso pode ser justificado pelo número total de ações identificadas em cada aula e pelo tempo dedicado por P1 às ações exclusivas desta macroação. Na aula B, foram verificadas três ações (*Confere*, *Indica* e *Manipula*) no total, sendo que a ação exclusiva (*Indica*) desta aula demandou pouco tempo de execução, já que estava relacionada à indicação de fotografias, ilustrações e textos presentes nos *slides*. Já na aula E, foram verificadas cinco ações (*Apaga*, *Confere*, *Dita*, *Escreve* e *Manipula*) no total, sendo que as ações exclusivas (*Apaga*, *Dita* e *Escreve*) desta aula demandaram maior tempo de execução, já que envolveram escrever e/ou apagar informações relacionadas ao conteúdo na lousa, além de ditá-las à turma para que escrevesse no caderno.

Ao considerarmos as ações comuns (*Confere* e *Manipula*) às aulas, verificamos que, juntas, representaram 3,28% da aula B (0,08% e 3,20%, respectivamente) e 2,04% da aula E (0,86% e 1,18%, respectivamente). Isso nos mostrou que há pouca diferença entre elas (1,24%) – mesmo que P1 tenha dedicado maior tempo à manipulação dos recursos utilizados na aula B que na aula E.

Após nossas análises, concluímos que o uso dos *slides* significou um menor número de ações executadas pelo docente pesquisado, além de ter representado um menor tempo da aula, quando comparado ao uso da lousa e do pincel marcador. O uso da lousa e o pincel marcador, no caso, significou um maior número de ações

executadas pelo docente participante e representou um maior tempo da aula.

Tendo finalizado nossos movimentos analíticos, comparamos nossos resultados àqueles obtidos por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018), que também realizaram categorizações da ação docente em outro contexto, como já mencionamos. Verificamos uma distinção quanto ao número de macroações encontrado e ao tempo despendido pelos respectivos participantes às macroações comuns a ambas as investigações.

Organizamos essas informações na tabela a seguir (Tabela 2), em que estão presentes as

macroações encontradas pelos autores mencionados e o tempo dedicado a elas por cada um dos três docentes participantes (denominados P1, P2 e P3) de seu estudo, além dos resultados que obtivemos após a análise da aula E – apenas essa aula foi considerada para a discussão proposta, na qual P1 utilizou a lousa e o pincel marcador como recursos, os que são similares ao quadro e ao giz utilizados nas aulas analisadas pelos autores em comparação. Na tabela, optamos por apresentar o tempo apenas em valores percentuais, devido à variação do tempo de duração máxima das aulas consideradas. As células hachuradas indicam as macroações comuns a ambas as investigações.

Tabela 2. Comparação entre os resultados obtidos por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018) e os resultados que encontramos.

Resultados de ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018)				Resultados que encontramos	
Macroações	Tempo dedicado por P1 (%)	Tempo dedicado por P2 (%)	Tempo dedicado por P3 (%)	Macroações	Tempo dedicado por P1 na aula E (%)
Burocrático-Administrativa	29,60%	31,00%	10,70%	Burocrático-Administrativa	7,60%
Escreve	9,70%	32,90%	10,50%	Comenta	17,41%
Espera	48,60%	9,70%	41,40%	Dialoga	9,59%
Explica	12,10%	26,40%	37,40%	Ensina	28,70%
-	-	-	-	Espera	10,51%
-	-	-	-	Opina	1,12%
-	-	-	-	Pergunta	12,01%
-	-	-	-	Pessoal	0,54%
-	-	-	-	Uso dos Recursos	11,35%
-	-	-	-	Outros	1,16%
Total	100%	100%	100%	Total	100%

Fonte: os autores.

Conforme indicado na Tabela 2, o número de macroações encontrados por ANDRADE, ARRUDA e PASSOS (2018) (ao todo, quatro) foi inferior ao número de macroações que identificamos em nossas análises (ao todo, dez). As macroações *Burocrático-Administrativa* e *Espera* foram observadas em nosso trabalho; a macroação *Explica* inspirou-nos a criar a macroação *Ensina*, e, em nosso caso, passou a constituir uma ação dentro desta; e, a macroação *Escreve* passou a constituir uma ação dentro da macroação *Uso dos Recursos*, emergente de nossos movimentos analíticos.

Por meio das informações da Tabela 2, também podemos verificar que, de modo geral, o tempo dedicado pelos docentes participantes do estudo dos autores em comparação, em suas respectivas aulas, às macroações comuns ao nosso estudo, foi maior que o tempo dedicado a elas por P1 na aula E – com exceção da macroação *Espera*, que teve tempo ligeiramente menor na aula de P2 investigada pelos autores mencionados. Neste caso, a diferença entre elas foi pouco significativa, tendo sido de 0,81%.

5. Considerações finais

Como indicado no início do artigo, nosso objetivo para o desenvolvimento da investigação, cujos resultados aqui apresentamos, consistiu em descrever e analisar as ações docentes relacionadas ao uso de diferentes recursos didáticos em aulas de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Para tanto, analisamos as gravações (e suas transcrições) e os registros de notas de campo feitos sobre duas aulas de um docente do referido curso de uma Instituição de Ensino Superior do estado do Paraná. Em uma delas (aula B), os recursos didáticos utilizados foram os *slides*, apresentados por meio de um projetor e de uma tela de projeção; na outra (aula E), os recursos foram a lousa e o pincel marcador. Em ambas, o docente utilizou o *Notebook* como recurso auxiliar.

Nossos movimentos analíticos envolveram a categorização das ações docentes em três níveis: macroações, ações e microações. Com relação às macroações, identificamos dez, igualmente presente em ambas as aulas: *Burocrático-Administrativa, Comenta, Dialoga, Ensina, Espera, Opina, Pergunta, Pessoal, Uso dos Recursos e Outros*.

Com relação às ações, identificamos 34 ações na aula B e 37 ações na aula E, tendo sido 29 delas comuns a ambas. As ações exclusivas de cada aula foram pertencentes à macroação *Dialoga* (cuja maior parte não apresentava relação com o recurso utilizado, com exceção da ação *Pede*, exclusiva da aula B, e da ação *Lamenta*, exclusiva da aula E) e à macroação *Uso dos Recursos* (cujas ações estavam diretamente relacionadas ao recurso utilizado, tendo sido a ação *Indica* exclusiva da aula B, e as ações *Apaga, Dita e Escreve* exclusivas da aula E).

No que diz respeito às microações, identificamos 168 microações na aula B e 173 microações na aula E, tendo sido 77 comuns a ambas. O menor número de similaridade pode ser explicado pelo fato de cada aula ser 'única', ou seja, representam contextos específicos – não necessariamente apenas relacionados aos recursos utilizados, mas a diversos aspectos, entre eles: o conteúdo, a

frequência dos alunos, as discussões estimuladas pelo próprio conteúdo ou até mesmo paralelas.

Quando analisamos o tempo dedicado pelo docente às macroações, verificamos que ele foi distinto entre ambas as aulas. No geral, a distribuição temporal entre elas não exibiu relação com os recursos didáticos utilizados nas aulas, com exceção da macroação *Uso dos Recursos*. No caso, verificamos que P1 dedicou maior parte do tempo a essa macroação na aula E (11,35%) que na aula B (3,70%). O maior tempo dedicado para essa macroação na aula E pode ser explicado por apresentar um maior número de ações (cinco) e pelo fato de as ações *Apaga, Dita e Escreve*, relacionadas (direta ou indiretamente) ao uso da lousa e do pincel marcador, demandarem maior tempo para serem executadas.

Portanto, concluímos que o uso dos *slides* significou um menor número de ações executadas pelo docente pesquisado e representou um menor tempo da aula, em contraste ao uso da lousa e do pincel marcador, no contexto que investigamos.

Sabemos que nossos resultados se referem à análise de duas aulas de um docente do Ensino Superior, da área das Ciências Biológicas. Contudo, acreditamos que eles podem orientar discussões acerca do trabalho docente exercido em áreas diversas, sobretudo quanto ao uso da lousa, em conjunto com o pincel marcador, e dos *slides*, em aulas expositivas dialogadas.

Pensando em ampliar nossas possibilidades investigativas, formulamos algumas questões que poderão futuramente ser pesquisadas. Será que obteríamos resultados similares considerando outros professores? Quais seriam os resultados se outros recursos didáticos fossem utilizados pelos docentes em suas aulas? Nesse sentido, propomos a continuidade desta investigação, a partir de um maior número de participantes que utilizam outros recursos didáticos em suas aulas, de modo que 'a descrição e a análise das ações docentes relacionadas ao uso de diferentes recursos didáticos em aulas de um curso de

Licenciatura em Ciências Biológicas', seja mais representativa.

6. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

7. Referencias

- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de Ensino. In: **Processos de Ensino na Universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em sala de aula. 5a. ed. Editora Univille. Joinville: Brasil, 2005. pp. 67-100.
- ANDRADE, E. C.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M. Descrição da ação docente de professores de Matemática por meio da observação direta da sala de aula. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 20, n. 2, pp. 349-368. 2018.
- AQUINO, J. A. As teorias da ação social de Coleman e de Bordieu. **Humanidades e Ciências Sociais**, Fortaleza, v. 2, n. 2, pp. 17-29. 2000.
- ARAÚJO, B. T.; LIMA, J. P. C.; PASSOS, M. M. Ensino por investigação: percepções de docentes sobre suas práticas. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 15, n. 2, pp. 370-383. 2020.
- ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; BROIETTI, F. C. D. O Programa de Pesquisa sobre a Ação Docente, Ação Discente e suas Conexões (PROAÇÃO): fundamentos e abordagens metodológicas. **REPPE: Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, Cornélio Procópio, v. 5, n. 1, pp. 215-246. 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. São Paulo: Brasil. 2011.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto Editora. Porto: Portugal. 1994.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, pp. 103-106, 2020.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, pp. 46-49, 2019.
- JUSTINO, M. N. **Pesquisa e recursos didáticos na formação e prática docentes**. Ibpex. Curitiba: Brasil. 2011.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª. ed. Edusp. São Paulo: Brasil. 2008.
- MORENO, E. R.; LÓPEZ-CORTÉS, F.; CEDEÑO, E. A. ¿Qué creen y qué hacen Biología des chilenos al enseñar Biología em Educación Secundaria?. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 39, n. 1., pp. 157-174. 2021.
- MORENO, E. R.; LÓPEZ-CORTÉS, F.; MORENO, L. R. Creencias de Biología des chilenos de Biología sobre la preparación de la enseñanza. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Puerto Real, v. 15, n. 3, pp. 1-16. 2018.
- NÉRICI, I. G. **Introdução à didática geral**. 15a. ed. Atlas. São Paulo: Brasil. 1985.
- ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 1, pp. 33-49. 2000.
- SUÁREZ, O. J. Recursos educativos abiertos, artefactos culturales, concepciones de los profesores de física para ingeniería: análisis de dos estudios de caso. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, Bogotá, v. 11, n. 2, pp. 156-174. 2016.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 8a. ed. Vozes. Petrópolis: Brasil. 2014.
- TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente**. 4a. ed. Vozes. Petrópolis: Brasil. 2008.
- WEBER, M. **Economy and society: an outline of interpretive sociology**. University of California Press. Berkeley: United States of America. 1978.



NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA: UM ESTUDO SOBRE CONCEPÇÕES E PRÁTICAS

NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY IN THE INITIAL EDUCATION OF PHYSICS TEACHERS: A STUDY ON CONCEPTIONS AND PRACTICES

NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE FÍSICA: UN ESTUDIO SOBRE CONCEPCIONES Y PRÁCTICAS

Erika da Costa Poulis * , José Francisco Custódio ** 
Silvete Coradi Guerini *** 

Poulis, E; Custódio, J; Guerini, S. (2022). Nanociência e Nanotecnologia na formação inicial de professores de física: um estudo sobre concepções e práticas. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp 504-519. DOI: [1https://doi.org/10.14483/23464712.18026](https://doi.org/10.14483/23464712.18026)

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar as concepções de professores sobre nanociência e nanotecnologia e investigar as práticas de ensino desenvolvidas na abordagem destas temáticas nos cursos de Licenciatura em Física, ofertados pela Universidade Federal do Maranhão e Universidade Federal de Santa Catarina. O enfoque metodológico foi centrado na abordagem qualitativa, apoiando-se na entrevista semiestruturada como instrumento para coleta dos dados, tratada a partir da perspectiva de Análise de Conteúdo. A análise dos dados revela que os participantes dispõem de concepções teóricas de acordo com a perspectiva científica sobre a nanociência e nanotecnologia e compreendem as especificações que cada termo apresenta. Também demonstram que o ensino dessa temática vem sendo desenvolvido essencialmente de modo teórico, em um nível superficial. Observa-se como dificuldades imposta no ensino da nanociência, a ausência do tema na formação inicial e o não comparecimento ou tímida presença do conteúdo nos livros didáticos.

Palavras-Chave: Concepções dos professores; Ensino Superior; Física.

* Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: erika.santos25@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1066-9093>

** Doutor em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil. Professor Associado III da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail: j.custodio@ufsc.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3835-8086>

*** Doutora em Física, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. Professora titular da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: silvete@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5143-9302>

Fecha de recibido: mayo de 2021. Fecha de aceptado: mayo de 2022

Abstract

The research objective is to analyze teachers' conceptions of nanoscience and nanotechnology contents and to investigate teaching practices developed in the approach to these themes in Physics Degree courses offered by the Federal University of Maranhão and Federal University of Santa Catarina. The methodological approach focused on the qualitative approach, based on the semi-structured interview as the instrument for data collection and treated from the perspective of Content Analysis. Data analysis reveals that participants have theoretical concepts in line with the scientific perspective about nanoscience and nanotechnology, they also understand the specifications that each term presents. However, we found that this subject teaching has been developed essentially in a theoretical way and at a superficial level. It is remarkable the difficulty imposed in the nanoscience teaching by the absence of the theme in the initial education, and the non-existence or low presence of this content in the textbooks.

Keywords: Teachers' conceptions. Higher education. Physics.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo analizar las concepciones de los docentes sobre nanociencia y nanotecnología e investigar las prácticas de enseñanza desarrolladas en el abordaje de estos temas en los programas de Licenciatura en Física, ofrecidos por la Universidad Federal de Maranhão y la Universidad Federal de Santa Catarina. El enfoque metodológico es cualitativo, apoyándose en la entrevista semiestructurada como instrumento de recolección de datos desde la perspectiva del Análisis de Contenido. El análisis de los datos revela que los participantes tienen concepciones teóricas acordes a la perspectiva científica sobre nanociencia y nanotecnología y comprenden las especificaciones que presenta cada término. Sin embargo, encontramos que la enseñanza de este tema se ha desarrollado esencialmente de manera teórica, a un nivel superficial. Se observan como dificultades impuestas en la enseñanza de la nanociencia, la ausencia del tema en la formación inicial y también la no asistencia o tímida presencia de ese contenido en los libros didácticos.

Palabras-Clave: Concepciones de los profesores. Enseñanza superior. Física

1. Introdução

As constantes invenções e descobertas desenvolvidas na nanoescala possibilitaram que a sociedade vivenciasse um momento ímpar na história da humanidade. A manipulação de átomos de forma peculiar permitiu o desenvolvimento em diversos campos, como na informática, indústrias de cosméticos e gêneros alimentícios, medicina, entre outros. Desse modo, a nanotecnologia influencia a vida do homem contemporâneo, criando concepções, dependências, perspectivas e mudanças em seu

comportamento social. Neste viés, MARTINS et al., (2006) ressaltam a relevância da divulgação de assuntos com ênfase neste campo do saber para a solução de conflitos existentes entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Decerto, todo progresso científico suscita debates que visam apresentar, com base científica e um ensino epistemológico pertinente, a construção do conhecimento científico, para que possa ser ofertado um trabalho qualificado (GIL PÉREZ et al., 2001). Além de permear várias atividades tecnológicas, científicas e econômicas, a ciência

na nanoescala é considerada como um campo do conhecimento. Desse modo, a atual emergência de estudos relativos à nanociência e à nanotecnologia para apropriação de fundamentos e conceitos dessa ciência é justificada. Assim sendo, a história da nanociência deve ser disseminada em todos os níveis de ensino. Os meios, motivos e como as leis científicas ou teoria contemporânea foram criadas, representar e elucidar as falhas, utopias, riscos e benefícios que contribuíram para o nascimento de uma nova ciência ou que refutaram a atividade científica, precisam ser introduzidos na formação inicial para melhor compreensão do saber e do fazer científico e da evolução do processo de ensino e aprendizado (TONET; LEONEL, 2019).

A nanociência e a nanotecnologia são, respectivamente, ciência e tecnologia desenvolvidas na escala de comprimento nano. O prefixo nano corresponde à palavra grega “*nanos*”, que significa “anão”. Este termo representa unidades de medidas divididas em um bilionésimo de uma unidade. As atividades desenvolvidas nesta escala de comprimento foram denominadas de nanociência e nanotecnologia (SILVA, 2008; JOACHIM, PLÉVERT, 2009).

KONDER (1992) compreende que as especificidades do saber docente são construídas de ação e reflexão e que, na práxis docente, o professor precisa se servir do conhecimento organizado na ação e se valer desta para reorganizar o conhecimento. O autor destaca que na práxis deve existir um diálogo permanente entre teoria e prática, ação e reflexão, sem o qual é impossível alcançar êxito no processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, é primordial oferecer ao futuro professor oportunidades para obter novos conhecimentos, derivados dos constantes avanços científicos e de mudanças no currículo. A carência do conhecimento científico intervém no processo de ensinar e aprender, uma vez que a “falta de conhecimentos científicos constitui a principal dificuldade para que os professores afetados se

envolvam em atividades inovadoras” (TOBIN; ESPINET, 1989 apud PESSOA DE CARVALHO; GIL PÉREZ, 2011, p. 22).

Nesta pesquisa, buscamos responder a seguinte questão: quais as abordagens intencionadas e concepções dos docentes formadores em relação às temáticas da nanociência e nanotecnologia? Para responder ao questionamento, utilizamos métodos da pesquisa qualitativa como aplicação de questionário e entrevista semiestruturada. Assim sendo, nosso estudo tem por objetivo analisar as concepções de professores sobre nanociência e nanotecnologia e investigar as práticas de ensino intencionadas, desenvolvidas na abordagem destas temáticas nos cursos de Licenciatura em Física, ofertados pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Aplicamos, ao examinar as entrevistas e, como referencial teórico analítico, a análise de conteúdo (BARDIN, 2011), dessa maneira, os fatores que interferem e influenciam na vida do sujeito da pesquisa, o professor, foram considerados no processo de interpretação dos dados para que o objetivo fosse alcançado (MINAYO et al., 2002). Os resultados dessa análise são apresentados *a posteriori*.

Emergência da Abordagem da Nanociência e da Nanotecnologia

Em 1959, o físico americano, Richard Feynman, apresentou ao mundo uma ciência até então desconhecida, a ciência na nanoescala e a possibilidade de manipulação da matéria de forma peculiar, a partir da escala atômica (SCHULZ, 2018). A princípio, o discurso de Feynman trouxe pouca contribuição para o desenvolvimento tecnológico da época, mas deixou suas digitais na identidade de um novo campo de pesquisa, a nanotecnologia (JOACHIM; PLÉVERT, 2009).

Uma simples observação em nosso cotidiano revela a importância dos nanomateriais em segmentos tão diversos como o da energia, telecomunicação, saúde, cosméticos, segurança pública, meio ambiente, fármaco, entre outras.

Segundo o portal de estatística *Statnano*², que monitora e divulga atividades industriais e de pesquisa mundial através de dados do Banco Mundial e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), estima-se que existam no mercado mundial cerca de 8.874 produtos de base nanotecnológica e mais de 2.454 empresas, divididas em 62 países.

A proliferação de políticas industriais e tecnológicas relacionadas à pesquisa na nanoescala tencionam o crescimento de maneira quantitativa e qualitativa e inovador da indústria. Desse modo, a busca pelo domínio da escala nanométrica registra a cada ano um aumento imensurável, graças à pesquisa e aos desenvolvimentos teóricos da ciência e da tecnologia que fornecem a base para a inovação em uma gama de produtos em todos os setores da sociedade como, por exemplo, na medicina, as nanopartículas e as nanobactérias são utilizadas no diagnóstico e tratamento de doenças raras e, atuando em regiões específicas do organismo humano, podem produzir anticorpos com habilidades de interagir e destruir as células cancerígenas, vírus ou bactérias (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2010).

No Brasil, entidades como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vêm desenvolvendo pesquisas com nanomateriais para modificar as características físicas dos satélites e outras estruturas aeroespaciais, visto que “incentivar e fomentar as ações em nanotecnologia demonstram a capacidade do País em inovar em segmentos competitivos” (BRASIL, 2016, p. 59). No âmbito da política espacial, o país tem investido em lançamento de satélites para captação de informações referente ao setor agrícola e no monitoramento nas áreas de recursos hídricos e planejamento urbano. Destaque para os satélites CBERS-4 e CBERS-4A, lançados em 2014 e 2019 respectivamente, que, por meio do fornecimento de imagens, auxiliam na prevenção ao desmatamento da Amazônia e

identificam focos de queimadas, facilitando o combate e prevenção de novos focos (BRASIL, 2016).

No que tange à abordagem de temas contemporâneos que contemplem o conhecimento científico e tecnológico, a transposição da ciência na nanoescala e de suas aplicações se tornam imprescindível na formação inicial. Assim sendo, compreende-se que o professor em exercício precisa desenvolver a abordagem desse tema com ênfase nas questões sociais, éticas, políticas e econômicas (TONET; LEONEL, 2019).

Neste sentido, o Plano de Ação de Ct&I para Tecnologias Convergentes e Habilitadoras aponta a ausência de uma educação efetiva em nanociência como um dos principais desafios a serem vencidos pelo Brasil, apresentando a relevância do papel educacional para uma sociedade industrializada, para consolidação de ambientes inovadores em nanotecnologias e no preparo de mão de obra qualificada. Assim sendo, é preciso apresentar à sociedade tanto os benefícios, bem como as consequências das aplicações da ciência na nanoescala, por conseguinte, “o que ocorre hoje com a falta de educação social no tema é um grande desalinhamento de ideias e conceitos que muitas vezes pode atrapalhar [...] o desenvolvimento tecnológico” (BRASIL, 2018, p. 46).

Na perspectiva de divulgação dos temas, nanociência e nanotecnologia, alguns autores (LEONEL, SOUZA, 2009; ELLWANGER et al., 2012; CLEBSCH, WATANABE, 2017) apresentam propostas didáticas para abordagem do eixo temático que possibilitam o ensino do tema na área de educação científica e tecnológica. Os artigos analisados expõem diversificados materiais metodológicos para a introdução dos temas em diferentes níveis de ensino. Tais propostas buscam, ainda apresentar a importância desses temas para a sociedade.

²NPD-Nanotechnology Products Database. Endereço eletrônico: <https://product.statnano.com/>.

As estratégias utilizadas para o ensino da ciência na nanoescala, além de fortalecer esse campo do conhecimento, exibem a emergência da abordagem dessa ciência. Estas propostas variam, desde o desenvolvimento de transposição didática como a desenvolvida por ELLWANGER et al., (2012), até a elaboração de objetos de aprendizagem (vídeo/blog) por meio de *software* computacional, como é o caso do trabalho dos autores CLEBSCH; WATANABE (2017).

Para ANTUNES FILHO e BACKX (2020), o conhecimento das ciências, em especial da nanociência, pode ser desenvolvido por diferentes métodos de ensino, podendo ser transdisciplinar, interdisciplinar e multidisciplinar. Do ponto de vista pedagógico, essas metodologias são importantes para que o aluno possua capacidades de compreender a nanociência.

TONET e LEONEL (2019) ressaltam que no desenvolvimento de propostas didáticas para abordagem de temas controversos, como é o caso da nanociência e nanotecnologia, é preciso abordar os benefícios e as possíveis consequências de suas aplicações, evitando a transmissão da visão de neutralidade dessa ciência. Os autores ressaltam, ainda, que a abordagem da nanociência deve se afastar da perspectiva tecnológica instrumental e caminhar em direção da perspectiva de educação científica e tecnológica, uma vez que “a proposta didática precisa fazer uso de diversas fontes e garantir um olhar mais amplo, com vistas à formação de uma concepção mais ampla e crítica sobre o assunto” (TONET; LEONEL, 2019, p. 445).

A urgência da abordagem da nanociência e da nanotecnologia em sala de aula tem se tornado pertinente e necessária, isto é justificado pelos impactos da ciência na nanoescala e de suas aplicações na sociedade, no meio ambiente, na economia, e conseqüentemente, na vida humana.

Na presente conjuntura da educação, temas como a nanociência e a nanotecnologia são significativos para o crescimento e desenvolvimento do cidadão. A ausência desses conhecimentos pode contribuir para o

analfabetismo funcional e para a exclusão do aluno em atividades que envolvem essa ciência, uma vez que a compreensão desses temas, de sua influência e de seus impactos é requerida para uma atuação eficaz em seu grupo, comunidade e no mundo atual.

Percurso Metodológico da Pesquisa

A metodologia da presente pesquisa é caracterizada como de abordagem qualitativa com enfoque em ideias construídas a partir de experiências vivenciadas pelo próprio sujeito e no entendimento de questões consideradas relevantes por ele, como os fatores sociais (políticas, econômicas, culturais etc.) que determinam sua ação e orientam seu comportamento na sociedade (GIL, 2008).

Na descrição das informações referentes ao curso de Licenciatura em Física, empregamos a pesquisa documental em torno do Projeto Político Pedagógico do Curso (PPPC) e da matriz curricular do curso. Segundo GIL (2008), as “fontes documentais são capazes de proporcionar ao pesquisador dados em quantidade e qualidade suficiente para evitar a perda de tempo” (p.147). O autor considera ainda, que o desenvolvimento de uma investigação social somente é possível por meio de documentos, o que torna a pesquisa documental essencial a este estudo. Nesta fase, buscamos indícios do conhecimento da nanociência e da nanotecnologia para em seguida apresentar a estrutura em volta desse conhecimento nas ementas das disciplinas. A aquisição dos documentos, considerados fontes privilegiadas de informação se deu por meio eletrônico e por intermédio dos representantes (coordenadores) dos cursos.

Considerando a dimensão deste estudo, além da pesquisa documental desenvolvemos uma pesquisa de campo em que o instrumento utilizado foi a entrevista semiestruturada. SUÁREZ (2016) ao investigar as concepções de professores de Física que lecionam em cursos de Engenharia, emprega técnica semelhante (entrevista semiestruturada) por sua eficiência. Nesta direção, TRIVIÑOS (1987) e MINAYO et

al., (2002) destacam que o uso da entrevista, como instrumento de coleta de dados, trata-se de uma técnica apropriada para obtenção de informações referente a crenças, visões, comportamento, significados, pretensões, bem como as razões da ação do sujeito em relação a um determinado tema.

O discurso, produzido pela fala do sujeito (entrevistas transcritas), constitui o *corpus* da pesquisa que significa “[...] o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (BARDIN, 2011, p. 126).

Nesse cenário, buscando alcançar os objetivos da pesquisa, as perguntas foram previamente formuladas. O roteiro utilizado na entrevista foi dividido em blocos de análise, sendo estes: (1) Concepção sobre a nanociência e a nanotecnologia e (2) Abordagem da ciência na nanoescala. Os blocos de análise foram organizados em categorias e unidades de significação. Esta organização auxiliou a visualização do problema proposto, possibilitando melhor compreensão do cenário em torno da abordagem da nanociência.

O campo da amostragem da pesquisa foi a UFSC e a UFMA e o sujeito do estudo são professores em exercício no curso de Licenciatura em Física.

A escolha do curso com habilitação em Licenciatura em Física se deu por compreendemos que as habilitações, Licenciatura e Bacharelado, possuem objetivos diferentes. O parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE) distingue os objetivos do curso de Física para cada habilitação, em que o curso de Licenciatura busca formar profissionais para atuarem no magistério nos níveis fundamental, médio e superior (Físico-Educador), enquanto o Bacharelado visa formar profissionais para atuação na pesquisa em Física e áreas afins, e no magistério em caráter de nível superior (Físico-Pesquisador) (BRASIL, 2001). A formação inicial da primeira autora que obteve o título de

Licenciatura em Física pela UFMA, também foi considerada no processo. No decorrer do curso de mestrado, foi concedido à primeira autora a oportunidade de realizar um intercâmbio na UFSC, por meio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica na Amazônia (PROCAD-AM)³. Na oportunidade a instituição também foi selecionada para o desenvolvimento da presente pesquisa

Os critérios de escolha dos docentes para participação foram os seguintes: professor ativo nas Instituições de Ensino Superior (UFSC ou/UFMA); possuir formação em Física (Licenciatura ou Bacharelado); ter lecionado disciplinas como Instrumentação para o ensino de Física, Prática de ensino de Física Moderna e Contemporânea, Física Moderna, Física Contemporânea e Mecânica Quântica ou ter abordado conhecimentos referentes à nanociência e à nanotecnologia na formação inicial, em grupos de pesquisas, orientações acadêmicas, estudos dirigidos e disciplinas de Pós-graduação; e, disponibilidade em participar das entrevistas. A escolha por essas disciplinas se deu pela proximidade com o conhecimento da Física Moderna e Contemporânea (FMC), área de possível abordagem da ciência na nanoescala.

O contato com os docentes se deu por meio de *e-mail* pessoal dos professores e/ou por aplicativo *WhatsApp*. Assim sendo, após o consentimento dos professores em participar da pesquisa, as entrevistas foram realizadas individualmente de forma presencial e/ou por videoconferência em plataformas digitais (*Google Meet*, *Skype*, *WhatsApp*). As entrevistas foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas para análise. Em atendimento às regras de ética de pesquisa, os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e adotado o anonimato, mencionando-os quando necessário de forma aleatória e representados pela letra “P” seguido de uma numeração. Assim sendo, o material empírico do estudo se consolidou dos relatos de onze professores, dos quais seis

³ Edital N° 21/2018 - CAPES - PROCAD Amazônia 2018 - Linha 2.

lecionam na UFSC e cinco na UFMA. O Quadro 1 apresenta a caracterização dos docentes participantes da pesquisa.

Quadro 1. Caracterização dos professores de Física participantes da pesquisa.

Docente	Gênero	Instituição	Tempo de serviço (anos)	Grau Acadêmico	Habilitação acadêmica
P1	M	UFSC	9	Licenciatura em Física	Doutorado
P2	F	UFSC	12	Licenciatura/ Bacharelado em Física	Pós-doutorado
P3	M	UFSC	9	Bacharelado em Física	Doutorado
P4	M	UFSC	3	Licenciatura em Física	Doutorado
P5	M	UFSC	7	Bacharelado em Física	Pós-doutorado
P6	M	UFSC	4	Bacharelado em Física	Pós-doutorado
P7	M	UFMA	9	Bacharelado em Física	Doutorado
P8	M	UFMA	8	Bacharelado em Física	Pós-doutorado
P9	M	UFMA	2	Diploma Alemão	Pós-doutorado
P10	M	UFMA	10	Bacharelado em Física	Doutorado
P11	M	UFMA	22	Licenciatura em Física	Pós-doutorado
Legenda: Masculino (M), Feminino (F)					

Fonte: autoria própria. (2020).

A caracterização dos sujeitos teve como objetivo conhecer o perfil dos professores participantes, são informações que possibilitam o melhor conhecimento da realidade social do sujeito da pesquisa. Dentre as particularidades que configuram o estudo, compreendermos que uma atenção especial deve ser dada ao sistema socialmente organizado (homem, sociedade) e que conhecer os níveis de formação, atuação, tempo de serviço e o sexo do sujeito é progredir no conhecimento do próprio sujeito.

Acentuamos que os professores participantes, tanto da UFMA quanto da UFSC, apresentam o perfil formativo adequado para o cargo, tendo em vista que todos possuem além da graduação em Física, uma ou mais Pós-Graduação, requisito exigido pelo Ministério da Educação (MEC) para ingresso na carreira do magistério superior federal. Com relação ao nível de Pós-Graduação,

os resultados obtidos nos chamam atenção, pois todos os professores participantes (representação de 100%) possuem o nível máximo da formação, título de doutor.

Perspectiva da abordagem sobre nanociência e nanotecnologia na matriz curricular

Com base no Projeto Político Pedagógico do Curso (PPPC) de Licenciatura em Física, da UFMA, a carga horária atribuída para integralização do curso é de 3.465 horas/aulas, distribuída em oito semestres. A estrutura curricular do curso de Licenciatura em Física, ofertado pela UFSC, é organizada em nove semestres e conta com uma carga horária total de 3.534 horas/aulas necessárias para conclusão do curso.

Visando conhecer a carga horária reservada para abordagem da nanociência e da nanotecnologia,

desenvolvemos uma investigação em torno das palavras-chave “nanociência” e “nanotecnologia”, na matriz curricular dos cursos.

Ao examinarmos os documentos do curso de Licenciatura em Física, ofertado pela UFSC, evidenciamos uma ausência desses termos. Por outro lado, o curso de Licenciatura em Física, da UFMA, reserva uma disciplina com carga horária de 60 horas para o conhecimento da ciência na nanoescala. A disciplina intitulada ‘Introdução à Nanociência e Nanotecnologia’ possui caráter optativo, e tem como pré-requisito a disciplina de Física IV.

A presença de uma disciplina reservada para o conhecimento da nanociência e nanotecnologia, na matriz curricular do curso de Física da UFMA, revela muito pouco sobre a assiduidade desse conhecimento em sala de aula, uma vez que o caráter dessa disciplina é optativo. Em conversa com o atual coordenador do curso de Licenciatura em Física, podemos afirmar a ausência da disciplina “Introdução à Nanociência e Nanotecnologia” na formação inicial do licenciando da UFMA. O professor relata que essa disciplina não foi ofertada em sua gestão, nem em gestões anteriores, e por ser um assunto relativamente novo é visto como um desafio para o corpo docente, além disso, o caráter optativo da disciplina colabora para que ela não tenha sido ofertada.

Importante salientar que as disciplinas optativas/eletivas têm a função de complementar a formação principal, composta por disciplinas obrigatórias, uma vez que “o núcleo comum precisa ainda de um grupo de disciplinas complementares que amplie a educação do formando” (BRASIL, 2001, p. 7). Compreendemos que a oferta e escolha de uma disciplina optativa, por parte do Departamento, são influenciadas por diversas circunstâncias como, por exemplo, disponibilidade de professores para ministrar e demanda por parte dos alunos.

Se, de fato, o debate e a contextualização entre a nanociência, a nanotecnologia e outros

conhecimentos da Física são ausentes ou pouco aludidos, possivelmente o licenciando irá construir concepção espontânea e equivocada a respeito do conhecimento da ciência na nanoescala. A construção de concepções espontâneas vem sendo amplamente criticada por pesquisadores (NÓVOA, 1992; PESSOA DE CARVALHO, GIL PÉREZ, 2011). Esta preocupação é extremamente relevante, haja vista que a divulgação imprecisa dos conceitos científicos pode contribuir para a construção de concepções epistemológicas incorretas, o que promove a deformação do ensino de ciência (GIL PÉREZ et al., 2001).

A tímida presença das palavras nanociência e nanotecnologia, nas ementas das disciplinas, suscita preocupação quanto à transposição das leis, conceitos e teorias da ciência na nanoescala, uma vez que este campo do saber tem direcionado a pesquisa científica e tecnológica contemporânea para novos rumos e revolucionado o comportamento humano.

Os pressupostos apresentados nesta fase acentuam a necessidade de se estabelecer uma abordagem da ciência na nanoescala na matriz curricular do curso de Licenciatura em Física, das referidas instituições. NÓVOA (1992, p. 16) salienta que “os esforços de racionalização do ensino não se concretizam a partir de uma valorização dos saberes de que os professores são portadores, mas sim através de um esforço para impor novos saberes ditos ‘científicos’”. Neste viés, o autor enfatiza a premência de novos saberes serem introduzidos na formação inicial do professor.

Bloco 1: Concepção da nanociência e da nanotecnologia

Este bloco de análise tem por objetivo conhecer as concepções dos professores participantes em relação à nanociência e a nanotecnologia. Busca-se também, investigar se estes professores apresentam conceitos distintos para cada termo e compreendem suas particularidades. Nesta finalidade, no processo de entrevista elaboramos o seguinte questionamento: *O que você entende*

por nanociência e a nanotecnologia? Para você, existe diferença entre esses termos?

No processo de leitura e análise das entrevistas, construímos duas categorias, a partir das unidades de significação (Quadro 2). Nessa perspectiva, os resultados obtidos assentam que a

totalidade da amostra sabe diferenciar o termo nanociências do termo nanotecnologia. As características e aplicações da ciência na nanoescala também foram apontadas nos discursos dos participantes.

Quadro 2. Descrição das categorias e unidade de significação que representam as concepções dos professores sobre a nanociência e nanotecnologia.

Categorias	Unidade de Significação	Ocorrência
Nanociência	Ciência na nanoescala	4
	Estudo da escala nanométrica	4
	Estudo dos fenômenos na nanoescala	3
Nanotecnologia	Aplicação da nanociência	9
	Manipulação da matéria na nanoescala	2

Fonte: autoria própria. (2020).

A primeira categoria intitulada de **Nanociência** apresentou três unidades de significação. Iniciamos nossa análise pela primeira unidade, denominada 'Ciência na nanoescala', representada por quatro participantes que entrelaçaram o conceito de nanociência, a ciência desenvolvida na nanoescala. *"Eu entendo a nanociência como a ciência que estuda todo o comportamento da matéria [...] nessa dimensão nanométrica"* (P4).

Nesta unidade, constatamos que os professores detêm pensamentos semelhantes ao de pesquisadores e cientistas da área (JOACHIM, PLÉVERT, 2009; TONET, LEONEL, 2019). Na concepção de SCHULZ (2005) a nanociência é a ciência realizada na escala de um bilionésimo de alguma coisa, neste caso, o estudo da nanociência pertence a um bilionésimo de metro, a escala nanométrica. O autor segue sua pesquisa defendendo que, raramente, a nanociência pode ser desenvolvida em outras escalas de tamanho, uma vez que os materiais, quando manipulados nessa escala, exibem propriedades físicas e/ou químicas diferentes das apresentadas quando manipulados em escalas maiores.

A segunda unidade de significação 'Estudo da escala nanométrica' foi elaborada com base nos relatos dos participantes que usam de analogias para aproximar a nanociência ao estudo da matéria na escala nanométrica. Assim sendo, evidenciamos que quatro professores compreendem que a nanociência possui ligação com o estudo das propriedades do sistema físico na nanoescala. Esse entendimento pode ser observado na fala de P5: *"a nanociência pra mim é o estudo da natureza na escala nanométrica, incluindo até distâncias menores"*.

As concepções dos participantes não estão distantes dos conceitos presentes em revistas e artigos de disseminação científica, isso nos leva a inferir a existência de uma similaridade entre as concepções dos participantes e as ideias de diversos pesquisadores (SCHULZ, 2005; JOACHIM, PLÉVERT, 2009; CLEBSCH, WATANABE, 2017; TONET, LEONEL, 2019). Na concepção de CLEBSCH e WATANABE (2017) a nanociência compreende "o estudo das propriedades dos materiais em escala nanométrica" (p. 5). TONET e LEONEL (2019) consentem que "o estudo de estruturas atômicas e moleculares que possuem dimensões na escala

nanométrica, é chamado de Nanociência” (p. 435).

A última unidade analisada, designada de ‘Estudo dos fenômenos na nanoescala’, foi elaborada com base nas respostas de três professores. Nos relatos exibidos posteriormente é possível observar que os professores correlacionaram a nanociência com observações de fenômenos desenvolvidos na escala nanométrica.

“quando a gente fala em nanociência é o estudo justamente dos fenômenos que ocorrem nessa escala de medida” (P3).

“[...] eu falaria que a nanociência trata os fenômenos fundamentais” (P9).

As diferentes definições para o termo, nanociência, permitiu conhecermos os significados desse tema para os professores respondentes, que atuam como agente excepcional na efetivação de atividades que envolvem este conhecimento, e são os principais responsáveis pela formação de reflexões que propiciam melhor compreensão do mundo contemporâneo.

Para a segunda categoria, denominada **Nanotecnologia**, reservamos as ideias dos participantes sobre as tecnologias resultantes das descobertas científicas do século XX. Desse modo, nesta etapa da análise, as investigações emergem dos conceitos que os professores detêm em relação à nanotecnologia.

Assim sendo, a segunda categoria foi construída a partir de duas unidades de significação. Na primeira unidade, intitulada ‘Aplicação da nanociência’, dá-se ênfase aos relatos que apontam a nanotecnologia como uma prática da teoria construída a partir da escala nanométrica. A segunda unidade, denominada ‘Manipulação da matéria na nanoescala’, representa a amostra de professores que acreditam ser a nanotecnologia uma alteração das propriedades físicas e químicas dos materiais na escala nanométrica.

Iniciamos nossa análise pela primeira unidade de significação, que é representada por nove

professores (Quadro 2) que delegam à nanotecnologia as aplicações desenvolvidas na nanoescala. Nos relatos seguinte, é possível observar que os professores relacionam a nanociência com a teoria e, a nanotecnologia, seria o produto desenvolvido em decorrência dessa ciência.

“[...] ela visa à aplicação dos conhecimentos [...] que foi aprendido pelas teorias nessa escala nanométrica visando à aplicação dela e à transformação desses conhecimentos em um método que sirva para ser aplicado em um produto” (P11).

*“[...] nanotecnologia como a ciência aplicada em pelo menos uma dessas dimensões nano” (P4).
“[...] aplicação dessa ciência pra construção de diversos dispositivos, inclusive os nossos smartphones tem essa base” (P5).*

Nos relatos exibidos previamente, os professores enfatizam a relevância da aplicabilidade de materiais na escala nanométrica para a produção de uma gama de dispositivos. Percebe-se na fala do participante P5, que este sabe reconhecer as aplicações da nanotecnologia em seu cotidiano ao apontar os *smartphones* como fruto dessa tecnologia. Neste viés, alguns autores reconhecem que “os brasileiros já estão em contato com a nanotecnologia, seja de forma direta, como consumidores, seja de forma indireta, através dos meios de comunicação” (JESUS; LORENZETTI; HIGA, 2015, p. 2). Entretanto, os autores advertem que a abordagem do tema nanotecnologia exige muito mais do que o conhecimento dos produtos resultantes dessa tecnologia, é preciso desenvolver debates em torno dessa temática no processo de ensino/aprendizagem, uma vez que estas envolvem questões éticas, políticas, sociais, de saúde e ambientais.

Já a unidade de significação ‘Manipulação da matéria na nanoescala’ pertencente à categoria **Nanotecnologia**, é representada por dois participantes que nos permitiu elucidar suas compreensões a respeito do tema. O professor P6 compreende que: “A nanotecnologia tem a ver com a capacidade de manipulação desses

sistemas nessa escala [...]”. A concepção de P6 apresenta semelhança com a ideia de TONET e LEONEL (2019) que consideram “[...] a manipulação e aplicação industrial dessas estruturas nanométricas, é denominado Nanotecnologia” (p. 435).

No que se refere à divulgação da nanotecnologia, área com potencial de inovação sem precedentes, é preciso considerar os benefícios e riscos presente na produção realizada na escala nanométrica, uma vez que são adotados procedimentos que nada têm em comum. Além disso, como debatido anteriormente, é preciso considerar a relevância da divulgação desse tema na sociedade, para que esta aprenda a discernir os aspectos negativos e positivos como um todo e tenha habilidade de construir opiniões sobre o uso e a manipulação dessa tecnologia. Assim sendo, as atividades da nanotecnologia, por apresentarem aspecto sociocientífico e cultural são reputadas por diversos autores (JOACHIM, PLÉVERT, 2009; TONET, LEONEL, 2019), como agente nas aplicações e implicações sociais e podem ajudar o ser humano a compreender o mundo que o cerca.

Nos resultados obtidos no processo de análise das entrevistas, a despeito de diferentes definições para ambos os temas, evidenciamos que a nanociência é aceita basicamente como a ciência desenvolvida na escala nanométrica, já a nanotecnologia é a aplicação e manipulação nesta escala de comprimento. Tais compreensões revelam o olhar do professor em relação à temática e ajudam na construção de sua identidade profissional, haja vista que o trabalho docente é formado no contexto de posicionamento do professor em relação ao conhecimento (NÓVOA, 2017).

No questionamento sobre a compreensão das particularidades entre os conceitos “nanociência” e “nanotecnologia”, identificou-se uma pluralidade de concepções em relação à temática, comprovando que a totalidade dos respondentes (100%), além de apresentarem conceitos distintos para ambos os termos,

Quadro 3. A ciência na nanoescala e a formação inicial em Física.

reconhecem e são capazes de identificar essas diferenças.

A relevância da presente investigação vem respaldada, na necessidade de conhecer o pensamento do professor e o significado atribuído por este ao tema da pesquisa, pois “[...] o conhecimento das concepções dos professores pode contribuir para introduzir alterações no modo de pensar a formação de professores e de pôr o currículo em ação” (BAPTISTA, 2010, p. 13). Desse modo, os resultados exibidos permitem conhecermos as experiências e interações sociais e de ensino do professor com a temática de pesquisa, haja vista que as concepções que carregam influenciam no modo como ensinam, no desenvolvimento do planejamento das aulas e nas atividades realizadas no trabalho docente (BAPTISTA, 2010).

Bloco 2: Abordagem da ciência na nanoescala

O bloco 2 foi elaborado com o objetivo de investigar a extensão da temática na formação inicial em Física e conhecer o professor que faz abordagem da ciência na nanoescala. Neste intuito, formulamos o seguinte questionamento: *Em sua prática docente, no curso de Licenciatura em Física, o conhecimento proveniente da nanociência e da nanotecnologia é abordado?*

A partir da análise das entrevistas foi possível produzir categorias e unidade de significação que são dispostas no Quadro 3.

A análise dos dados proporcionou a observação das características presentes no ensino da nanociência e da nanotecnologia e a contextualização das perspectivas formadas em torno dessa temática.

A primeira categoria, **Abordagem da ciência na nanoescala na prática docente**, retrata os professores que abordam o conhecimento da nanociência e da nanotecnologia e as unidades de significação exibem um conjunto de circunstâncias em que essa abordagem é desenvolvida.

Categoria	Unidade de Significação	Ocorrência
Abordagem da ciência na nanoescala na práxis docente	Abordagem com destaque	2
	Abordagem eventual	1
	Abordagem sem profundidade	2
	Abordagem indireta	2
Distanciamento entre a ciência na nanoescala e a práxis docente	Não tem relação com a área de pesquisa	1
	Não tem relação com laboratório	1
	Não é contemplado no currículo	2

Fonte: autoria própria. (2020).

A segunda categoria **Distanciamento entre a ciência na nanoescala e a práxis docente**, representa os participantes que expuseram não abordar as temáticas “nanociência” e “nanotecnologia”. Nas unidades de significação é possível conhecer as dificuldades expostas pelos professores, que contribuem para ausência desse conhecimento na formação inicial em Física.

Por meio dos relatos dos participantes, evidenciamos que sete dos onze participantes relataram a presença dessa ciência em sua práxis docente, alcançando uma representação de aproximadamente 64% do total de participantes.

A primeira unidade de significação analisada ‘Abordagem com destaque’, é representada por dois participantes que relataram desenvolver uma abordagem dos temas em um nível menos superficial. No processo de investigação, percebemos que a nanociência e a nanotecnologia são temas assíduos na práxis docentes do professor P5: “[...] sim, a gente aborda as questões de nanociência e nanotecnologia [...] a gente destaca em cada etapa as possíveis aplicações [...]”.

Na segunda unidade de significação ‘Abordagem eventual’ observamos que o ensino da ciência na nanoescala, em alguns casos pode ou não ser desenvolvido. O professor P2, que ministra atualmente a disciplina de “Prática de Ensino de Física Moderna”, segue uma didática de seleção de temas, que são escolhidos pelos alunos.

“[...] na disciplina de Prática de Ensino de Física Moderna há opção de trabalhar esse tema. Então, é abordado dentro dos tópicos que os estudantes podem escolher para preparar seus módulos de ensino, se ele for um tema escolhido, ele vai ser abordado; se não for um tema escolhido, ele não vai ser discutido” (P2).

Na práxis docente de P2, embora os temas nanociência e nanotecnologia sejam temas possíveis, o seu ensino não é assegurado, uma vez que está condicionada a escolha dos alunos, ou seja, caso os alunos não tenham interesse pelo tema, ele não será trabalhado, caracterizando uma eventual abordagem da ciência na nanoescala.

Outro aspecto que despertou nossa atenção foi o nível de profundidade com que o conhecimento da nanociência é apresentado ao licenciando. Os dados analisados revelam, sobretudo, a

transposição dessas temáticas de forma resumida e superficial. Para apresentar essa análise, elaboramos a unidade de significação 'Abordagem sem profundidade' e essa característica é confirmada nas seguintes falas:

"Então, se a temática envolve o que tá acontecendo hoje em termos de mudanças tecnológicas mais recentes, eu acho que é um dos temas que eu já abordei, não em profundidade, só um pouco, não muito [...] umas duas aulas desse tema eu trabalhei no curso de Biologia, com os alunos de Biologia, porque lá a gente trabalha vários temas de Física, e um deles foi justamente nanotecnologia" (P1).

"[...] a gente discute pouco, mas talvez uma parte da disciplina de Estrutura da Matéria que, em alguns lugares, é chamada de Física Moderna e às vezes um pouco no curso de Física III. Mas se a gente for pensar em termos da formação do estudante não dá para abordar tudo" (P3).

O professor P3 justifica a tímida presença desse conhecimento, em sua práxis docente, pela moderada carga horária que não possibilita o tratamento integral dos conteúdos, cabendo aos professores a seleção desses.

Neste sentido, compreendemos que no ensino da nanociência é necessário abordar as potencialidades desse tema de maneira menos superficial, para que o aluno desenvolva "uma visão mais crítica e coerente da ciência e do desenvolvimento científico e tecnológico" (TONET; LEONEL, 2019, p. 448).

Dentro da categoria, **Abordagem da ciência na nanoescala na práxis docente**, identificamos ainda, dois professores (Quadro 3) que relataram abordar o conhecimento da nanociência e suas aplicações de forma indireta. Para representar esses participantes, elaboramos a unidade 'Abordagem indireta'. O professor P10 comenta que desenvolve a abordagem desse tema de forma "Indiretamente, o problema é que ainda está nos capítulos opcionais dos livros [...] e, mesmo assim, quando a gente consegue dar em sala de aula, a gente fala informações bem superficiais [...]". Para P10, a disposição do tema

no livro didático tem limitado o ensino desse conhecimento e, quando este se desenvolve, é incorporado a outros conhecimentos, isto significa que não há um espaço exclusivo para o ensino da nanociência.

Com base nos relatos, evidenciamos que os professores participantes pouco compreendem a contribuição da ciência na nanoescala para formação em Física. Tais posicionamentos podem impactar o ensino da nanociência, pois as concepções dos participantes sobre sua abordagem e o contexto com que é realizado a transposição desse conhecimento repercute diretamente no valor que é dado a essa ciência. Com o holofote apagado, a nanociência é arremessada a um lugar sem destaque na sala de aula.

Dando sequência à análise, identificamos que a categoria, **Distanciamento entre a ciência na nanoescala e a práxis docente**, é representada por 36% dos participantes que relataram ausência da nanociência em sua práxis docente. As justificativas dos professores foram organizadas em três unidades de significação, sendo a primeira unidade 'Não tem relação com a área de pesquisa' composta por um único participante que apresentou como motivos da ausência a incompatibilidade do tema com sua área de pesquisa. "Provavelmente não, não é a minha área [...] eu normalmente não tenho contato com essas pesquisas e com os alunos eu trabalho com outras coisas. Então, eu não falei sobre a nanociência e a nanotecnologia, eu não fiz isso". (P9)

Na segunda unidade de significação intitulada 'Não tem relação com laboratório' também representada por um único participante que relata: "Não especificamente [...] porque é o seguinte, eu tenho dado disciplinas de laboratório [...]" (P6). Observamos que a atuação de P6 no curso de Física é limitada a disciplinas de laboratório, dispondo de pouca interação com disciplinas teóricas. Assim sendo, o professor considera que a abordagem de temas relacionados à nanociência neste ambiente de ensino é irrealizável.

Em continuidade à análise, a última unidade ‘Não é contemplado no currículo’, é representada por dois professores, que a despeito de manifestarem grande interesse pela temática e desenvolverem pesquisas relacionada à ciência na nanoescala, não realizam a abordagem desses temas no curso de Licenciatura em Física. Os professores reconhecem a existência de uma desconexão entre o cotidiano do aluno e a sala de aula e lamentam a ausência da ciência na nanoescala no curso de Licenciatura em Física, como é observado nos relatos seguintes:

“Não, eu lamento muito isso. E algo que não é abordado normalmente no curso da Licenciatura, é uma pena mesmo, essa desconexão que existe entre o que há fora da sala de aula e o que é passado dentro da sala aula [...] na maioria dos cursos de Física, que eu tenho conhecimento, não é contemplado esse conteúdo no currículo de Licenciatura nem de uma forma conceitual, muito menos de uma forma mais formalizada, formalismo matemático [...]” (P7).

“Praticamente não, praticamente não [... Mas, infelizmente, os professores não lidam com isso no seu dia a dia, então, eles ficam alheios a essas coisas. Como eles não tiveram isso na formação deles, então, eles não fazem essa associação também. Geralmente são os professores que trabalham mais com esses assunto, que acabam trazendo exemplos de suas atividades para dentro da sala de aula, mas enquanto o currículo, enquanto prático mesmo nos programas, nos programas pedagógicos, eu acredito que não tem praticamente nada, nada, nada, nada. Neste aspecto o nosso currículo tá bem atrasado, bem fora da modernidade” (P11).

Com base nas falas dos professores, é possível enxergar os motivos que ampliam a distância entre a nanociência e a sala de aula. Os professores P7 e P11 compartilham do mesmo pensamento, por terem experiência como coordenadores do curso de Licenciatura em Física e, em momentos distintos, apontam o currículo como o principal responsável. Outro obstáculo pontuado pelos participantes é a falta de conscientização dos professores, que, por não

terem contato com esse conhecimento em sua formação, não conseguem vislumbrar a importância desses temas para a formação dos licenciandos. A insegurança dos professores é apontada por LOURENÇO et al., (2017) como principal obstáculo na abordagem de temas como nanociência e nanotecnologia. Neste sentido, os autores consentem “que os cursos de formação inicial e continuada de professores abordem esta temática, na busca de preparar os professores para ações desta natureza” (p.41).

7. Considerações Finais

A pluralidade de conceitos, atribuídos pelos professores participantes à temática nanociência e nanotecnologia, abarcam uma série de sentidos e significados que podem ter relação com ideias de autores e pesquisadores da área, que são divulgadas em livros, artigos e revistas científicas e adotadas, em muitos casos, pelo professor como referência no processo de obtenção do conhecimento. Neste viés, as concepções dos professores aparecem associadas entre si, como revelações de ideias apresentadas em comunidades científicas, portanto, não podem ser consideradas concepções espontâneas, ou do senso comum, uma vez que estas são fundamentadas em resultados de pesquisas científicas.

A diversidade de concepções, apresentadas em nossa pesquisa, permite ao licenciando entrar em contato com diferentes pontos de vistas sobre a ciência na nanoescala para, então, posicionar-se em relação à temática, e de certa forma, proporciona uma evolução no conhecimento, autoconhecimento e reconhecimento, formando perspectivas diferentes sobre o mesmo tema e abandonando o papel de simples receptor do saber (JESUS; LORENZETTI; HIGA, 2015).

Partido dos relatos dos participantes, conseguimos identificar os motivos envolvidos tanto na ausência, quanto na tímida presença desses conhecimentos, tais como: ausência de material didático com linguagem de fácil compreensão; currículos desatualizados; ausência do tema na formação inicial do professor em exercício das referidas instituições;

não comparecimento ou tímida presença do conteúdo nos livros didáticos; entre outros. Os motivos listados, formam um conjunto de desafios que precisam ser vencidos para que a nanociência seja reconhecida como um saber de referência nos cursos de ciência, em especial no curso de Física.

A análise dos dados confirma os resultados apresentados em pesquisa anteriores (TONET; LEONEL, 2019), em que o ensino da ciência na nanoescala vem sendo desenvolvido em um nível superficial, meramente a título de curiosidade do aluno, deixando-o a desejar um aprendizado mais fundamentado.

Convém esperar que nossa investigação ofereça uma contribuição aos professores em exercício no curso de Física, sobre a relevância da abordagem do conhecimento da nanociência em um mundo marcado pela ciência e pela tecnologia. Tencionamos, ainda, que os professores ampliem suas perspectivas em relação à abordagem da ciência na nanoescala.

8. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro parcial da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) o auxílio financeiro, através do PROCAD-AM (Processo nº 88881.199848/2018-01)

9 . Referencias

- BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação:** um estudo com professores de física e química do ensino básico. 563 f. Doutorado em Educação, Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa. 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10451/1854>>. Acesso em: 12 dez. 2019.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** Edições 70, São Paulo: Brasil, 2011. ISBN 978-85-629-3804-7.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer n. 1.304/2001, de 06 de**

- novembro de 2001.** Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares para os cursos de Física. Brasília. 2001. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2016-2022).** Brasília. 2016. Disponível em:<http://www.finep.gov.br/images/afinep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Plano de Ação de Ct&I para Tecnologias Convergentes e Habilitadoras.** Brasília. 2018. Disponível em:<http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias_convergentes/arquivos/cartilha_plano_de_acao_nanotecnologia.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2020.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências:** tendências e inovações. 10ª edição. Cortez, São Paulo: Brasil. 2011. (Coleção "Questões da nossa época"). ISBN 978-85-249-1725-7.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Materiais Avançados 2010-2022.** Brasília: Brasil, 2010. ISBN 978-85-60755-25-7.
- CLEBSCH, A. B.; WATANABE, M. Abordagem da Nanociência e Nanotecnologia a partir da escala. **Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação,** Porto Alegre/BR, v. 15, n. 1, p. 1-10. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.75125>
- ELLWANGER, A. L. et al. O ensino de nanociências por meio de objetos de aprendizagem. **Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação,** Porto Alegre/BR, v. 10, n. 1, p. 1-10. 2012. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.30884>
- ANTUNES FILHO, S.; BACKX, B. P. Nanotecnologia e seus Impactos na Sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade,** Curitiba/BR, v. 16, n. 40, p. 1-15. 2020. DOI: 10.3895/rts.v16n40.9870
- GIL PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação,** Bauru/BR, v.7, n. 2, p.125-153. 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** Atlas. São Paulo: Brasil. 2008. ISBN 978-85-224-5142-5.

- JESUS, I. P.; LORENZETTI, L.; HIGA, I. A abordagem CTS em propostas de ensino da nanotecnologia. X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS– X ENPEC, v. 10, p. 1-8. Águas de Lindoia, SP. 2015. Disponível em: <http://www.automacaodeeventos.com.br/sigeventos/enpec2015/sis/inscricao/resumos/0001/R1200-1.PDF>. Acesso em: 02 mar. 2020.
- JOACHIM, C.; PLÉVERT, L. **Nanociências: A Revolução Invisível**. Tradução de André Telles. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro: Brasil, 2009. ISBN 978-85-378-0149-9.
- KONDER, L. **O futuro da filosofia da práxis**. Paz e Terra, Rio de Janeiro: Brasil, 1992. ISBN 978-8521906407.
- LOURENÇO, A. B. et al. A nanotecnologia na concepção de estudantes do ensino médio: o desenho como elemento de análise. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá/CO, a.2, v.12, n.1, p. 27-42. 2017. Doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2017.v12n1.a2>
- MARTINS, R. A. **A História das Ciências e seus usos na educação**. In: SILVA, C. C. (Org.). Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino. Livraria da Física. São Paulo: Brasil, 2006.
- MINAYO, M. C. S. et al. **Ciência, Técnica e Arte: o desafio da pesquisa social**. In: MINAYO, M. C. S (Org.). Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade. Editora Vozes. Petrópolis: Brasil, 2002. ISBN 978-85-326-1145-1
- NÓVOA, A. **Formação de professores e profissão docente**. In: NÓVOA, A. (Org.). Os professores e a sua formação. Dom Quixote. Lisboa: Portugal, 1992. ISBN 972-20-1008-5.
- NÓVOA, A. Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo/BR, v. 47, n.166, p.1106-1133. 2017.
- SILVA, E. Z. Nanociência: a próxima grande ideia? **Revista USP**, São Paulo/BR, n.76, p. 78-87. 2008. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i76p78-87>
- SUÁREZ, O. J. Recursos educativos abiertos, artefactos culturales, concepciones de los profesores de física para ingeniería: análisis de dos estudios de caso. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá/CO, a.1, v. 11, n. 2, p. 156-174. 2016. Doi: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a1>
- SCHULZ, P. A. B. O que é nanociência e para que serve a nanotecnologia. **Física na Escola**, São Paulo/BR, v. 6, n. 1, p. 58-62. 2005.
- SCHULZ, P. A. B. Há mais história lá embaixo - um convite para rever uma palestra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo/BR, v. 40, n. 4, p. e4210-e421-5. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0375>
- TONET, M. D.; LEONEL, A. A. Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis/BR, v. 36, n. 2, p. 431-456. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p431>
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação: o positivismo, a fenomenologia, o Marxismo**, Atlas, São Paulo: Brasil. 1987. ISBN 978-8522402731

FAKE SCIENCE: PROPOSTA DE ANÁLISE

FAKE SCIENCE: ANALYSIS PROPOSAL

CIENCIA FALSA: PROPUESTA DE ANÁLISIS

Marcia Borin da Cunha * , Beatriz Tilschneider Garcia Rosa ** 

Cunha, M; Garcia, B. (2022). *Fake Science: proposta de análise*. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp. 520-538. DOI: [1https://doi.org/10.14483/23464712.18098](https://doi.org/10.14483/23464712.18098)

Resumo

A cada período da história do ser humano novas formas de pensar, acessar informações, modo de interagir com os diversos elementos da sociedade são alteradas ou inseridas. Dentre tantas informações disponíveis, estão as *Fake News*, um efeito da era da Pós-verdade. São notícias falsas sobre os mais variados assuntos e, dentre tantos, os assuntos relacionados com a Ciência e a Tecnologia (CT). Neste contexto aparece um novo termo "*Fake Science*", que tem implicação no modo como os assuntos relacionados à CT chegam até a população. Conhecer e compreender as *Fakes Sciences* nos parece um caminho importante para futuras discussões relativas ao letramento informacional e midiático, necessário ao contexto do ensino de ciências na escola. É mais um caminho a ser trilhado na educação dos jovens (e adultos). Assim, esta pesquisa teve como questões norteadoras: como identificar uma *Fake News* de ciência, a *Fake Science*? Para tentar responder à essa indagação, o objetivo principal pode ser sintetizado em: selecionar algumas *Fake Science* e compará-las no sentido de estabelecer um possível padrão na forma composicional deste gênero de discurso. Apontamos, neste estudo, alguns "indicadores", que estão presentes nas mensagens analisadas, e que indicam um padrão seguido neste gênero. Esta análise serve como subsídio para proposição de atividade de análise de mensagens, e pode ser utilizado por professores em aulas de Ciências, nos diferentes níveis de ensino.

Palavras-Chave: Teoria da comunicação. Mensagem. Recepção da mensagem.

* Doutora e pós-doutora em Educação/Ensino de Ciências. Docente da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste, e-mail: marcia.cunha@unioeste.br, <https://orcid.org/0000-0002-3953-5198>

** Licenciada em Química. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste. E-mail: beatriz.tilschneider@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1562-8469>

Abstract

At each period of human history, new ways of thinking, accessing information, and interacting with the different elements of society are changed or inserted. Among the whole available information, there is Fake News, an effect of the Post-Truth era. They are false news on the most varied subjects and, among many, the subjects related to Science and Technology (ST). In this context, a new term “Fake Science” appears, which implies the way that subjects related to ST reach the population. Knowing and understanding Fake Science seems to be an important path for future discussions related to critical media literacy and necessary to the context of science teaching at school. It is yet another path to be followed in the education of young people (and adults). Thus, this research had the guiding questions: how to identify a science Fake News, Fake Science? To answer this question, the main objective can be summarized by: selecting some Fake Science and comparing them to each other to establish a possible pattern in the compositional form of this type of discourse. In this study, we pointed out some “indicators” present in the messages analyzed, indicating a pattern followed in this genre. This analysis serves as a subsidy for proposing message analysis activities and can be used by teachers in science classes at different educational levels.

Keywords: Communication theory. Message. Message reception.

Resumen

En cada período de la historia humana se cambian o introducen nuevas formas de pensar, de acceder a la información y formas de interactuar con los diferentes elementos de la sociedad. Entre tanta información disponible se encuentran las noticias falsas, un efecto de la era de la Posverdad. Son noticias falsas sobre los más variados temas y, entre muchos, los relacionados con la Ciencia y la Tecnología (CT). En este contexto, aparece un nuevo término “Fake Science”, que tiene una implicación en la forma en que los temas relacionados con la CT llegan a la población. El conocimiento y la comprensión de la ciencia falsa parece ser un camino importante para futuras discusiones relacionadas con la alfabetización mediática crítica y necesario para el contexto de la enseñanza de las ciencias en la escuela. Es un camino más a seguir en la educación de jóvenes (y adultos). Así, esta investigación tuvo como preguntas orientadoras: ¿cómo identificar una noticia falsa en Fake Science? Para intentar dar respuesta a esta pregunta, el objetivo principal se puede resumir en: seleccionar algunas Fake Science y compararlas, con el fin de establecer un posible patrón en la forma compositiva de este tipo de discurso. En este estudio señalamos algunos “indicadores”, que están presentes en los mensajes analizados, y que señalan un patrón seguido en este género. Este análisis sirve como un subsidio para proponer una actividad de análisis de mensajes, y puede ser utilizado por profesores en clases de ciencias, en diferentes niveles educativos.

Palabras-Clave: Teoría de la comunicación. Mensaje. Recepción de mensajes.

1. Introdução

“A verdade importa. Uma era da pós-verdade é uma era de irracionalidade obstinada. Que revoga todos os grandes avanços da humanidade.”

Daniel Levitin

No ano de 2016, o *Oxford Dictionaries* escolheu “pós-verdade” como a palavra do ano, definindo-a como “[...] circunstâncias em que os fatos objetivos são menos influentes em formar opinião pública do que os apelos à emoção e à crença pessoal.” (D’ANCONA, 2018, p. 20). Segundo D’Ancona (2018), esse termo já tinha sido usado no ano de 1992 na revista *The Nation* em um artigo de um escritor sérvio-norte-americano. Mas, Pós-verdade e, mais recentemente *Fake News*, são expressões que estão ganhando destaque, especialmente em assuntos ligados à Política. Este fato se deve ao grande acesso à rede mundial de informações, a internet, na qual, empresas como *Facebook* têm domínio de redes sociais e se tornam cada vez mais relevantes no contexto social, como o uso de aplicativos como *WhatsApp* e *Instagram*, que possuem bilhões de usuários. Informações falsas sobre diversos assuntos são presentes em grupos nas redes sociais. É por meio do compartilhamento das informações que uma notícia acaba sendo direcionada há milhares de pessoas, tornando-se (muitas vezes) uma “verdade”. As *Fake News* são um produto daquilo que autores têm denominado com Pós-verdade. A Pós-verdade “[...] tem como princípio relacionar uma situação em que informações falsas, com forte apelo emocional e crenças pessoais, se sobrepõem à racionalidade, e acabam colocando em xeque informações verdadeiras. O objetivo é formar ou mudar a opinião pública.” (CUNHA; CHANG, 2021, p. 142)

De modo geral, podemos dizer que uma *Fake News* tem um forte apelo aos nossos sentimentos e percepções de mundo, e para dar credibilidade à informação, o autor traz aspectos culturais, os quais já conhecemos. Os detalhes da informação

como autoria, datas e contextos reais são omitidos. Para Monteiro, *et al.* (2018, s/p) “A insinuação, a pressuposição e o subentendimento, a falta de contexto e a inversão da relevância são agentes fundamentais para a difusão de informações falsas e tendenciosas.”

As *Fakes News* versam sobre diversos assuntos e temas e, dentre eles, a Ciência. Neste sentido, a Ciência, que traz consigo informações de interesse público, acaba sendo alvo de dúvidas e questionamentos sem rigor científico. Assim, informações inverídicas sobre Ciência são disseminadas e formam grupos que não só compartilham as mensagens, como também tomam decisões com base nestas informações. Um exemplo mundial sobre isso é o movimento anti-vacina que tem adeptos no mundo todo. Esse movimento se instituiu a partir de notícias falsas sobre vacinas e tem influenciado diretamente em decisões de vacinar ou não as crianças. Neste contexto podemos dizer que informações falsas afetam a saúde pública, e todo um sistema já consolidado é colocado sob suspeita. Doenças como o sarampo, que eram consideradas controladas (no Brasil) voltaram a fazer parte do contexto atual. (CUNHA; CHANG, 2021).

Outras informações que envolvem conhecimentos históricos também são alvo de distorções, como é o caso da teoria de que o homem jamais pisou na Lua, que é compartilhada por usuários de *Web* e redes sociais. Neste caso, as dúvidas deste acontecimento surgiram na época do programa espacial norte-americano e foi gerada por grupos que discordavam com os gastos nas missões para conquista do espaço, os quais podiam ter sido aplicados em sistemas básicos como saúde e segurança. Essas publicações tornam-se “verdades”, a ponto de as pessoas duvidarem de imagens registradas na época, alegando que estas foram produzidas recentemente e sofreram manipulação.

No contexto atual temos uma pandemia global em que as notícias falsas sobre o “coronavírus” e

sua conseqüente doença a COVID-19 invadiram as caixas de mensagens. Algumas indicando tratamentos preventivos milagrosos, outras questionando sobre a atividade do álcool como potencial substância para eliminar o vírus, além de muitas outras que questionam a Ciência sobre as indicações e as formas de prevenção do vírus e, mais recentemente, sobre a segurança das vacinas. Diante de tantas informações, a população fica confusa e a tomada de decisão é cada vez mais difícil. A situação se torna mais grave quando informações provenientes da Ciência e aceitas pela comunidade científica, são reaproveitadas por *sites* para disseminar *Fake News*. Esses e outros exemplos nos dão indicativos para refletir sobre o papel da educação/ensino na formação crítica das pessoas.

É preciso que se faça um trabalho de educação de jovens, de modo que estes possam ter discernimento para distinguir o falso do verdadeiro. Para Foer (2018, p. 17): “As empresas já alcançaram o feito de alterar a evolução humana. Todos já viramos um pouco ciborgues. O celular funciona como uma extensão da nossa memória, terceirizamos funções básicas mentais [...]”

Deste modo, podemos dizer que *Fake News* são um tema da educação e ensino e, mais especificamente um tema do ensino de Ciências, quando as *Fake News* são relativas aos assuntos que envolvem a Ciência. Quando nos referimos à uma informação falsa sobre Ciência vamos adotar o termo *Fake Science*, como uma forma de delimitar um campo de estudo próprio, no que se refere às informações falsas sobre ciência. Neste contexto, “Uma *Fake Science* pretende levar ao leitor informações com *status* científico, mas que, na verdade, são informações esparsas, que se apropriam de termos científicos para dar credibilidade à informação, seja para vender um produto, seja para “contaminar” o pensamento das pessoas com ideias fantasiosas e deturpadas.” (CUNHA, 2021, p. 2)

Mas, o que podemos fazer para mudar este contexto? Como identificar uma *Fake News* de

Ciência, a *Fake Science*? Que notícias têm sido veiculadas na *web* e redes sociais que envolvem a Ciência?

Para dar conta de responder as indagações fizemos um aprofundamento teórico sobre os termos Pós-verdade e *Fake News* e um levantamento na *web* e redes sociais para construir um banco de dados com notícias falsas (*Fake Science*) sobre Ciência e Tecnologia, evidenciando os possíveis problemas destas notícias. A partir de amostras de *Fake Science*, realizamos uma análise que nos levou ao entendimento da constituição do discurso presente nestas mensagens.

Para que possamos discutir as *Fake Science* e sua utilização em atividades didáticas iniciamos por pontuar alguns aspectos sobre o letramento midiático, considerando a necessidade de um Letramento Crítico Midiático.

2. Aporte teórico: Letramento midiático

Basicamente, a definição de letramento está associada à capacidade das pessoas em ler e escrever a partir do reconhecimento de letras e palavras e sua interpretação em um conjunto de enunciados. O letramento midiático segue estes pressupostos, mas inclui neste processo a habilidade das pessoas em identificar os diferentes tipos de mídia e interpretar as informações e mensagens presentes nestas mídias. É mais do que ler e interpretar os elementos presentes em um texto qualquer, mas inclui o desenvolvimento de habilidades de interpretação de *memes*, vídeos virais, *games* e propagandas como conteúdo duvidoso.

Assim há que se ter maior cuidado quando observamos notícias falsas, que podem aparecer em formato semelhante as notícias tradicionais, inclusive inserindo especialistas para dar credibilidade à informação. Neste contexto, estão as correntes de *WhatsApp* com mensagens alarmistas e pedidos para seu compartilhamento, propagandas de medicamentos milagrosos que melhoram a saúde e a estética, notificação de concursos que já

aconteceram ou não irão acontecer, regras novas de órgãos governamentais e outros.

Neste sentido, conteúdos sobre Ciência e Tecnologia têm sido propagados com grande frequência e, para tanto, é necessário que se promovam ações no ensino formal sobre letramento midiático em Ciências.

Segundo Tássia Biazon (2017, s/p): “Entre os dilemas e desafios da contemporaneidade, está o fato de que as informações são divulgadas e incorporadas ao repertório popular, sejam elas falsas ou verdadeiras.” A autora cita o artigo “*Science vs conspiracy: collective narratives in the age of misinformation*” (2015), o qual faz referência ao Fórum Econômico Mundial, indicando que a desinformação digital é um dos principais riscos para a sociedade moderna.

Biazon então questiona: “O quanto você sabe sobre aquilo que diz? E o quanto você pensa sobre aquilo que lê?” Esse é o grande paradoxo de nossa era, considerada a era da informação onde cada vez mais as pessoas estão desinformadas ou mal-informadas.

Além disso, a educação é um instrumento essencial para amenizar os efeitos da forma pouco criteriosa com que as informações são repassadas. A educação científica deve permitir que as pessoas façam uma leitura do mundo, tornando-as mais críticas e agentes de mudança. Para Santana, Marques e Pinho (2017):

Quanto mais crédulos em suas “verdades”, as pessoas têm mais dificuldades de apreender, e tornam-se menos acessíveis para ouvir. Os mais preparados serão aqueles que conseguirem utilizar várias perspectivas em conjunto, mantendo a inter-relação entre elas. (SANTANA; MARQUES; PINHO, 2017, p. 89),

Diante deste panorama, a ideia de Letramento Crítico ganha força quando se propõe à uma educação crítica e transformadora. Entretanto, é importante citar aqui a proposição que deve ser dada ao termo “crítico”. Para Monte-Mór (2008), citado por Leite (2017), crítico deve ser entendido em três vertentes: 1. ruptura; 2. como suspeita; 3. como processo de geração de novas

interpretações, de desenvolvimento de novos significados. Leite (2017) considera a segunda vertente a ser seguida, pois nesta não há neutralidade nos significados, há várias interpretações para o mesmo fenômeno. Assim, o significado não é estático, mas se institui nas práticas sociais. Neste contexto, a educação não é tida como o ensino dos fatos e habilidades, mas como questionadora de verdades absolutas e que leva o sujeito ao exercício da sua cidadania. Não basta ensinar o conteúdo, é necessário que o aluno faça uma análise crítica e reflexiva deste conteúdo. “O letramento crítico tem caráter acional, o que pressupõe a reflexão crítica, e a tomada de atitude em relação a isso.” (LEITE, 2017, p. 15).

A crítica é problematizadora, pois ao problematizar se pode analisar, criticar, questionar, construir e reconstruir. Para o Letramento Crítico pressupõe-se que o conhecimento é ideológico, não neutro e que não pode ser conhecido em sua totalidade, nem tão pouco de modo definitivo. O significado é social e relacionado ao contexto de onde se origina. O Letramento Crítico auxilia a reflexão em tempos de Pós-verdade, questionando àquilo que nos é apresentado por meios de comunicação e redes sociais.

Nesta nossa época repleta de *Fake News*, a ideia de Letramento Crítico Midiático nos parece ser uma maneira de entender o contexto da Pós-verdade, instituindo uma forma de ensinar na escola, não como uma metodologia, mas como uma possibilidade de enfrentamento dos desafios e problemas oriundos de uma sociedade com alto fluxo de informações.

Como possibilidade de trabalho em sala de aula apontamos o Letramento Informacional e Midiático (LIM), ou a Alfabetização Midiática e Informacional (AMI), preconizada pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura), que considera a alfabetização midiática e informacional em uma perspectiva integrada. Tais proposições podem ser encontradas no documento intitulado *Alfabetização Midiática e Informacional:*

Currículo para Formação de Professores (WILSON et al., 2013).

De acordo com a matriz proposta pela UNESCO, há três áreas temáticas centrais que se interrelacionam: a) o conhecimento e a compreensão das mídias e da informação para os discursos democráticos e para a participação social; b) a avaliação dos textos de mídia e das fontes de informação; c) a produção e o uso das mídias e da informação. (WILSON et al., 2013).

Considerando a temática central (b) da UNESCO, apresentamos uma análise de textos definidos por nossa pesquisa como *Fake Science*, tendo como perspectiva a reflexão sobre a constiuição das mensagens e formas de identificação de informações falsas de Ciências.

3. Metodologia da pesquisa

A condução das atividades desta pesquisa aconteceu em etapas, que correspondem a: 1. Aprofundamento teórico sobre Pós-verdade, *Fake News* e *Fake Science*, por meio da pesquisa de bibliografia sobre assunto, a partir de livros disponíveis para comercialização no Brasil, no ano de 2020; 2. Pesquisa sobre informações falsas, realizada a partir do levantamento na internet sobre conteúdo relacionado direta e indiretamente à Ciência e a Tecnologia, que contenham ou podem conter informações falsas sobre Ciência. Nesta etapa, as mensagens recebidas em grupos pessoais do *WhatsApp* foram nossa maior fonte de pesquisa. Isso aconteceu por meio do grupo de pesquisa que nos enviava mensagens sempre que alguém suspeitasse de indício de falsidade; 3. Explicação científica: pesquisa sobre as possíveis explicações científicas para um determinado fato ou assunto, assim como a busca em sites que devendam informações de conteúdo duvidoso; 4. Proposição de uma metodologia de análise de notícias, tendo em vista a característica do gênero de discurso.

Considerando o objetivo deste estudo e, tendo em vista que o tema Pós-verdade, *Fake News* e *Fake Science* é relativamente novo na área de Ensino de Ciências e para as pessoas em geral,

optamos por realizar uma pesquisa qualitativa de caráter exploratório, com análise de informações falsas que continham elementos relativos à Ciência. Tais informações foram coletadas a partir de pesquisa na internet e em aplicativos como *WhatsApp*, as quais apresentam indícios para serem consideradas inverídicas.

O interesse deste estudo é promover o entendimento das publicações falsas sobre Ciência para utilização em interações diretas em atividades didáticas com estudantes do ensino básico e/ou superior, no sentido da promoção de um Letramento Crítico Midiático em Ciências.

A amostra de análise foi constituída por mensagens provenientes de sites da *web*, *WhatsApp* e redes sociais, como *Facebook*, as quais podem conter conteúdos falsos sobre assuntos relativos à Ciência. Estas mensagens foram veiculadas na rede no final do ano de 2019 e início do ano de 2020.

Neste artigo temos dois focos principais, que serão apresentados nos resultados. O primeiro diz respeito as leituras realizadas para aprofundamento teórico, pois estas servem de referência para outros estudos sobre o assunto. Apresentaremos aqui um breve apanhado sobre estas leituras.

Um segundo foco, é a análise de algumas *Fakes Sciences*, realizada por meio de um processo de dissecação das mensagens, considerando a sua forma composicional. Desta análise chegamos à uma lista de “indicadores”, os quais podem ser considerados como elementos presentes em notícias falsas de ciências, e que podem ser objeto de estudo e parâmetro para análise de *Fake Science* em aulas de Ciências e Língua Portuguesa na escola.

Assim, a contribuição deste estudo centra-se na proposição de leituras sobre os temas Pós-verdade, *Fake News*, *Fake Science*, pseudociência e assuntos correlatos presentes nas indicações de livros e autores, e na proposição de um método de análise de informações falsas por meio da identificação de indicadores, que nos levam a considerar que a forma composicional

das mensagens falsas segue um “padrão” mais ou menos estável. O entendimento deste “padrão” nos leva a análise crítica de mensagens, que podem servir de material para professores promoverem atividades de Letramento Crítico Midiático em suas aulas.

4. Resultados

No Quadro 1 trazemos a relação de livros que foram lidos pela equipe do projeto, seus autores e a área a que pertencem estes autores.

Quadro 1: referencias teóricas

Obra	Autor	Área de estudo
O mundo assombrado pelos Demônios: A ciência vista como uma vela no escuro. (2006)	Carl Sagan	Astrofísica, Cosmologia e Divulgação Científica
Ciência Picareta. (2013)	Bem Goldacre	Psiquiatra e Escritor
Ciência e pseudociência: porque acreditamos apenas naquilo em que queremos acreditar. (2018)	Ronaldo Pilati	Psicologia Social
Pós-Verdade: A nova Guerra contra os fatos em tempos de fake news. (2018)	Matthew D'ancona	Jornalista Político e Social

Fonte: as autoras

A leitura destas obras possibilitou a compreensão dos termos: Pós verdade, *Fake News* e *Fake Science*. Destas leituras e de nossas discussões trazemos algumas considerações.

Iniciamos apontando que a emoção das pessoas sempre foi determinante na tomada de decisão, sejam políticas, sociais ou pessoais. De Descartes, em sua obra *Meditações* de 1641, a primeira meditação trata “Das coisas que se podem colocar em dúvida”.

A Figura 1 ilustra de forma lúdica a comparação entre a frase de Descartes “Penso, logo existo” com nova forma de perceber os fatos “Acredito, logo estou certo”. É uma versão aproximada do que é a era da Pós-verdade, a qual se desprende do racionalismo lógico e nos coloca frente à um contexto individualista de percepção do mundo.

Para Karnal (2017, *on line*), no Brasil a palavra Pós-verdade começou ser empregada sem sua devida compreensão e confundida com mentira. Hoje em dia nossa seleção sobre o que é verdade é uma seleção afetiva, o critério é individual, uma marca narcisa, a vontade de definir o meu “eu” como “eu” absoluto é uma das marcas contemporâneas. (KARNAL, 2017). Neste

contexto, tudo aquilo que combina com o que eu penso, ou me faz sentir melhor é aceito e considerado como verdade.

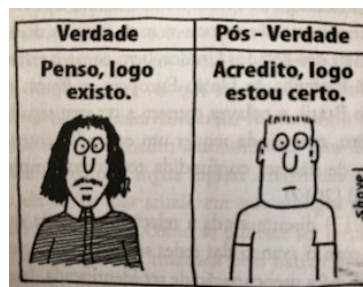


Figura 1: Analogia entre formas de pensamento

Fonte: LEITE, 2017, p. 12.

Além disso, é preciso observar que o prefixo “pós” em Pós-verdade não significa um estado temporal posterior a um fato como, por exemplo, pós-graduação (depois da graduação), mas na Pós-verdade esse prefixo se relaciona com a irrelevância da verdade em uma sociedade conectada, ou algo além da verdade.

Para Santana, Marques e Pinho (2017), na internet é possível encontrar elementos para sustentar qualquer coisa, sendo difícil discernir o que é verdade ou não e acrescentam:

Essa mesma facilidade de informações na pós-verdade tem proporcionado um desapego aos fatos, uma falta de compromisso com a verdade comprovada, a verdade tornou-se, assim, relativa e, o pior, altamente dependente do que é narcísico, do que é inerente ao crivo pessoal. (SANTANA; MARQUES; PINHO, 2017, p. 91).

A Pós-verdade é caracterizada como o momento em que "A racionalidade está ameaçada pela emoção; a diversidade, pelo nativismo; a liberdade, por um movimento rumo à autocracia "A ciência é tratada com suspeição e, às vezes, franco desprezo" (D'ANCONA, 2018, p. 19).

As emoções, assim como os próprios interesses e o desejo de atenção fazem com que conhecimentos já estabelecidos e consolidados sejam colocados sob suspeita, sendo que estes (conhecimentos) não causam um efeito imediato na sociedade, mas semeiam a desconfiança. Assim surgem as *Fake News*, na tradução livre "notícias falsas". Elas possuem o objetivo de manter um determinado assunto em discussão, às vezes baseadas em "meias verdades" e as disseminam, atingindo o seu público-alvo. Esse conceito teve seu ápice a partir do ano de 2016, em decorrência da eleição presidencial estadunidense.

O jornalista britânico Damian Thompson, citado por Levitin (2019), chama de "contra conhecimento" a desinformação elaborada para parecer fato e convencer parte considerável da população. Esse conceito se aproxima do conceito de *Fake News*. Para Levitin (2019) "[...] parte dos motivos que ajudam o contra conhecimento a se espalhar é o fato de ser intrigante imaginar: e se fosse verdade?" (LEVITIN, 2019, p. 193). Levitin acrescenta que a humanidade é uma espécie contadora de histórias e adoramos uma boa narrativa.

Existem *Fake News* nos mais variados assuntos, e quando esse assunto é Ciência denominamos em nossos estudos de *Fake Science*. Para Schulz (2018), a *Fake Science* era anteriormente denominada de pseudociência, ciência picareta ou, ainda, anti-ciência. Segundo este mesmo autor "[...] existem critérios para diferenciar a

pseudociência da ciência", quando observamos que o objetivo da ciência é produzir verdades discutíveis, enquanto as verdades indiscutíveis são pós-verdadeiras. (SCHULZ, 2018, s/p)

Mas, "desmascarar" as pseudociências explicando-as com base em conhecimento científico já faz parte de alguns divulgadores da Ciência, como Goldacre e Sagan. Goldacre publicou um livro no ano de 2013, cuja finalidade é discutir ideias equivocadas da Ciência sobre informações que aparecem na mídia sobre saúde e medicina. Sagan, muito famoso por diversos trabalhos na área da divulgação, produziu e apresentou a minissérie "Cosmos" na década de 1980, na qual ele buscava apresentar os aspectos do cosmos, desde a criação do universo até temas mais complexos, como a Teoria da Relatividade, de forma didática, com o intuito de que o público leigo em Ciências pudesse compreender um pouco a Astrofísica e assim estar mais bem informado sobre o assunto.

A partir da leitura de Pilati (2018) foi possível compreender o motivo pelo qual as pessoas tendem a acreditar em *Fake Science*. Para esse autor "Acreditar naquilo que queremos acreditar significa confirmar as expectativas que já possuímos para explicar a realidade, buscando evidências que as confirmem" (PILATI, 2018, p. 81). Em sua obra, Pilati discute que há uma compartimentalização de conhecimentos na estrutura cognitiva como "Escaninhos Mentais", os quais possibilitam que um indivíduo obtenha dois conhecimentos contraditórios ao mesmo tempo. Por exemplo, uma pessoa pode acreditar em astrologia e em fatos científicos, porque para uma determinada situação ela utiliza um tipo de explicação, para outra situação pode buscar outra explicação (PILATI, 2018).

Contudo, a era da Pós-verdade nos imprime modos de viver em que as decisões são baseadas na emoção e não mais na razão. Deste modo, as *Fakes Sciences* ganham cada vez mais destaque em meio a um turbilhão de ideias de Ciências e "supostas" conspirações dos cientistas. Mas, por que as pessoas são levadas a acreditar em uma

Fake Science? Devemos olhar essa questão não apenas no viés de uma possível falta de cultura científica das pessoas. O problema parece estar muito mais ligado ao modo como nos posicionamos na sociedade do que o próprio conhecimento científico. Somos levados a acreditar naquilo que nos conforta, naquilo que se adequa com nossas ideologias e valores, ou seja, aquilo que corresponde às nossas próprias expectativas. Neste sentido, a polarização de ideias em um determinado ponto de vista, sem buscar outras formas de analisar a mesma questão tem deixado as pessoas enclausuradas em suas “bolhas virtuais”.

Quando as pessoas compartilham apenas informações que confirmam suas crenças, elas se isolam em um ambiente restrito (as bolhas virtuais), sem contato com pessoas que pensam diferente delas. Esse fenômeno pode ser observado no histórico de navegação de usuários de redes sociais. O *feed* de notícias do *Facebook* traz mais informações que combinam com o nosso ponto de vista individual, reforçando crenças e reduzindo o alcance às ideias divergentes.

De modo geral, podemos dizer que as *Fakes Sciences* atingem os objetivos de seus criadores, devido ao instinto natural de sobrevivência do ser humano, ou seja, o medo de algo que possa ameaçar a nossa vida, ou a esperança em algo que possa nos curar, ou deixar nossa vida melhor. Tudo isso envolve muitos sentimentos, percepções de mundo, representações sociais, mas o objetivo de uma informação falsa pode ser variado, desde financeiro, como a venda de um medicamento, ou a promoção de uma ideia, como é o caso dos contextos políticos.

Para Monteiro *et al* (2018, s/p) “A insinuação, a pressuposição e o sub entendimento, a falta de contexto e a inversão da relevância são agentes fundamentais para a difusão de informações falsas e tendenciosas.”

Todo esse aprofundamento teórico nos levou à compreensão dos termos principais para análise de *Fake Science*. Assim, iniciamos o levantamento de informações buscando fontes que pudessem nos indicar se estas poderiam ser consideradas como *Fake Science*.

Algumas *Fakes Sciences*

Após o aprofundamento teórico analisamos oito publicações obtidas em mídias sociais: *Facebook*, *WhatsApp* e *Blogs*. Percebemos que algumas *Fakes Sciences* se utilizam de informações verdadeiras (provenientes da cultura geral) como base, assim como artimanhas de menções à especialistas, de modo a imprimir credibilidade à mensagem, ou ainda, distorcem, acrescentam, utilizam-se de situações com as quais o leitor se sensibiliza para repassar a mensagem sem julgamento, pois, emocionalmente, quem as repassa uma mensagem imagina estar colaborando com o próximo. De modo geral podemos dizer que as pessoas ficam envolvidos sentimentalmente e as reproduzem, sem uma análise mais profunda.

Além disso, é preciso diferenciar uma *Fake Science* de propaganda enganosa. Esta última pode ser definida como informação ou comunicação de caráter publicitário, inteira ou parcialmente falsa, que pode induzir o consumidor ao erro, seja por qualidade, quantidade, origem etc. Assim, existem muitas informações que são veiculadas com a intenção de promover um produto ou algumas terapias que se deseja consolidar na sociedade.

O quadro 2 trazemos exemplos de *Fake Science* e propagandas enganosas, sendo que **algumas** delas serão, na sequência deste artigo, analisadas, considerando a possibilidade de sua utilização em atividade didática.

Quadro 2: amostra de análise

Título	Local de acesso	Contexto da notícia	Tipo
Japão já está criando bebês artificiais em laboratório.	Mensagem recebida via <i>WhatsApp</i> .	Esta mensagem com imagem circula na internet afirma que o doutor em biomedicina Hideo Kojima é responsável por um projeto que cria seres humanos. Nome e imagem remetem, na verdade, ao criador de jogos. O bebê em questão é um boneco, brinde aos colecionadores de <i>game</i> .	<i>Fake Science</i>
Alisamento natural com pó Royal – conheça passo a passo	https://www.receitasedicicas.org/alisamento-natural-com-pow-royal-conheca-passo-a-passo/ Acesso em: 05 de set de 2019.	Não há evidências que comprovem a eficácia do NaHCO ₃ como produto para tratamentos capilares. O hidrogeno carbonato é uma substância abrasiva e não tem atuação como substância que muda a constituição do cabelo.	Propaganda enganosa
Como eliminar rinite e sinusite de uma vez por todas com apenas 1 ingrediente [cloreto de magnésio].	https://www.curapelanatureza.com.br/como-eliminar-rinite-e-sinusite-de-uma-vez-por-todas-com- apenas-1- ingrediente/ Acesso em: 05 de set de 2019.	A atividade no cloreto de magnésio não tem função de curar doenças, no entanto a confusão pode estar associada ao cloreto. Neste caso, utilizar o cloreto de sódio (soro fisiológico padronizado) seria mais coerente.	Propaganda enganosa
Envolva seu corpo com papel alumínio para tratar dor nas costas, braços, ombros e joelhos.	https://www.curapelanatureza.com.br/envolva-seu-corpo-com-papel-aluminio-para-tratar-dor-nas-costas-bracos-ombros-e-joelhos/ Acesso em: 05 de set de 2019.	O papel alumínio atua como isolante térmico, assim pode concentrar calor, mas não há comprovação quanto tratamento de dores.	Propaganda enganosa
Kerri Rivera: Curando os sintomas conhecidos como autismo, 2016.	Livro	A autora do livro afirma que o MMS (<i>Mineral Miracle Solution</i>) cura o autismo. O MMS é dióxido de cloro, um alvejante obtido da mistura de clorito de sódio e ácido clorídrico. Na indústria é usado para branquear polpa de madeira para produzir papel. Há protocolo de toxicidade da mistura.	Propaganda enganosa
Diretor do HC (Hospital de Clínicas) preocupado com a	Mensagem recebida via <i>WhatsApp</i> .	A mensagem aponta que a erva doce contém o princípio ativo Oseltamivir e que faz parte do	<i>Fake Science</i>

nova gripe que vai matar muita gente[...]		medicamento Tamiflu®. Este princípio ativo foi encontrado no anis estrelado por chineses, mas não na erva doce. Nem o anis estrelado, nem a erva doce funcionam no combate de vírus.	
Olá, sou Laila Ahmadi da China estudante da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Zanjan.	Mensagem recebida via <i>WhatsApp</i> .	Um chá de limão quente poderia matar células cancerígenas e atuar como preventivo ao Coronavírus.	<i>Fake Science</i>
EM ISRAEL NÃO MORTE DO C-19!	Mensagem recebida via <i>WhatsApp</i> .	Apresenta receita de limão e bicarbonato de sódio para melhorar o sistema imonológico.	<i>Fake Science</i>

Fonte: as autoras

As mensagens exemplificadas no quadro 2 podem ser nos dar indicativos de assuntos que estão presentes na internet ou recebemos a partir de nossos contatos pessoais. Todas podem ser utilizadas em atividades didáticas para Letramento Crítico Midiático, tendo em vista a importância de uma reflexão não apenas no que se refere ao conteúdo das mensagens, mas igualmente na forma como estas mensagens são constituídas.

5. Estratégias didáticas em tempos de Pós-verdade

Para discutir o tema *Fake Science* em sala de aula sugerimos, além da busca pela veracidade da informação, também um processo de dissecação da mensagem. O processo de dissecação que propomos aqui contempla um olhar criterioso e crítico para mensagem considerando que uma *Fake News*, no nosso caso a *Fake Science*, que é estruturada a partir de alguns elementos. Cada elemento da mensagem pode ser observado como partes que compõem um conjunto maior da informação. Dentro desta perspectiva, consideramos que uma *Fake News/Fake Science* é um *gênero* de discurso (BAKHTIN, 2003), que para este autor são formas mais ou menos estáveis de enunciados, que refletem as condições específicas e as finalidades de cada esfera, na qual a linguagem é utilizada. Os *gêneros* apresentam três elementos, ou seja: o conteúdo temático, o estilo e a forma composicional, mas será principalmente pela forma composicional que o enunciado refletirá as

características da esfera (no nosso caso a esfera das redes sociais). Diante desta perspectiva, e observando criticamente algumas *Fakes Sciences*, podemos definir alguns pontos que caracterizam este tipo de informação. Como já mencionamos, para Bakhtin, um *gênero* se caracteriza por formas semelhantes, assim indicamos alguns pontos que podem ser observados em uma notícia/informação que dão indícios de falsidade dela.

Em geral, uma informação falsa costuma citar veículos tradicionais (ou, às vezes, inventados) de modo a confundir o leitor. Como uma forma de legitimar a notícia, as informações são organizadas com partes de conteúdo conhecido pelas pessoas ou com percepções e ideias comuns em uma determinada sociedade. Quando a análise é sobre informações científicas pode-se encontrar presente ideias do imaginário social de um determinado tema ou assunto.

Se o texto contém imagem é importante observá-las, estabelecendo as relações entre a imagem e o texto. Uma observação é verificar se a foto apresentada condiz com as informações do texto. Em alguns casos, a imagem é retirada de outro contexto e, quando inserida em um determinado texto, toma outro sentido. Como exemplo deste tipo de mensagem, podemos observar a *Fake Science* "Japão já está criando bebês artificiais em laboratório". (Figura 2).

A verificação da imagem pode ser feita selecionando-a e fazendo uma busca no *Google*.

Se a imagem aparece em outros locais pode ser um sinal de que a informação é falsa. Também é comum a utilização de montagens com imagens e vídeos. Uma mensagem com conteúdo imagético tende a ter mais adesão, pois o usuário da internet é bastante visual, e acaba disseminando com maior facilidade este tipo de mensagem.



Figura 2: Fake Science proveniente do WhatsApp
Fonte: Mensagem particular WhatsApp

É importante também ficar atento com chamadas sensacionalistas (exemplo: “Urgente”, “Super Notícias”, “Vale a pena ler”), que nos induzem à leitura por meio de um chamamento. Também a Fake Science pode nos enganar, quando o autor da mensagem retira uma informação, um dado ou uma declaração de um cientista de um determinado contexto e usa em outro.

Posto isso, trazemos a seguir algumas Fakes Sciences que, por conta do contexto da pandemia do Sars-Cov-19 casou um vasto compartilhamento de informações falsas nos grupos de WhatsApp.

Nossa perspectiva é apresentar o processo de dissecação como identificação possível de informação falsa (tendo em vista a forma

composicional do gênero), pois consideramos que este processo pode ser uma atividade didática para uma abordagem de Letramento Crítico Midiático em aulas de Ciências e Língua Portuguesa. A respeito do desvelar uma informação, esta atividade pode ser proposta por professores aos seus estudantes, via pesquisa na internet, pois existem vários sites e veículos de comunicação que têm desvendado o conteúdo de notícias com características falsas. É importante frisar que para alguns tipos de mensagens/informações esse será um trabalho quase arqueológico, pois é preciso ir à várias fontes para recolher elementos e “montar” o corpo da informação. Nem sempre um determinado assunto está posto na internet tal qual aparece na informação falsa. Além disso, o processo de entender o conteúdo da informação pode ser uma atividade para estudar conceitos e conteúdos, pois quando se fala, por exemplo, na composição de substâncias, ação de vírus etc., temos a chance de relacioná-los aos conteúdos didáticos formais presentes em currículos. Uma publicação neste sentido pode ser vista em Cunha (2021), quando a autora propõe utilizar informações falsas em aulas de Química.

Como exemplificação do processo de dissecação dos elementos que compõem a mensagem trazemos a figura 3 com notícias/informações provenientes do WhatsApp. Na sequência apresentamos na forma de três quadros o processo de dissecação da mensagem, mantendo a escrita da mensagem original. Ao leitor é importante observar os elementos que estão em destaque, apresentados na coluna da direita, que nos remetem à comparação entre as mensagens. Ao final da apresentação das três mensagens, indicamos um padrão básico (forma composicional) que as Fakes Sciences podem seguir. É importante deixar claro que esse padrão **pode** existir, mas como todo gênero de discurso tem variações e sofre adaptações, em função da esfera de circulação, esse padrão não é fixo.

Quadro 3: Mensagens originais para a análise

Mensagem 1	Mensagem 2	Mensagem 3
<p>Olá, sou Laila Ahmadi da China estudante da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Zanjan.</p> <p>O vírus Corona ou COVID-19 chegará a qualquer país mais cedo ou mais tarde, e não há dúvida de que muitos países não possuem nenhum kit ou equipamento de diagnóstico sofisticado.</p> <p>Por favor, use o máximo de vitamina C natural possível para fortalecer seu sistema imunológico. Atualmente, o vírus não contém vacina nem tratamento específico</p> <p>Infelizmente, devido à mutação genética que o tornou muito perigosa. Esta doença parece ser causada pela fusão do gene entre uma cobra e um morcego, e adquiriu a capacidade de infectar mamíferos, incluindo humanos.</p> <p>Segundo: o ácido carboxílico do suco de limão podem regular a pressão alta, proteger artérias estreitas, regular a circulação sanguínea e reduzir a coagulação do sangue.</p> <p>Depois de ler a mensagem transfira-a para a pessoa que você ama e cuide da sua saúde pessoal. Conselho: O professor Chen Horin observa que quem recebe essa mensagem tem pelo menos a garantia de salvar a vida de alguém ... Eu fiz o meu trabalho e espero que você possa me ajudar a desenvolvê-lo também.</p> <p>Deus abençoe-nos. 🙏🙏🙏 Curte a página amigo(a)...!</p> <p>É importante ter maior conhecimento da doença: o professor Chen Horin, CEO do Hospital Militar de Pequim, disse: "Fatias de limão em um copo de água morna podem salvar sua vida".</p> <p>Portanto independentemente do que estiverem fazendo dê uma olhada nesta mensagem e passe para outras pessoas!*</p> <p>Limão quente pode matar células cancerígenas! Corte o limão em três partes e colocado em um copo, depois despeje água quente e transforme-a em (água alcalina), beba todos os dias, definitivamente beneficiará a todos. O tratamento com esse extrato destrói apenas células malignas e não afeta células saudáveis.</p>	<p>Diretor do HC (Hospital das Clínicas) preocupado com a nova gripe que vai matar muita gente... Fazer do álcool gel o nosso aliado. Comecem a tomar vitamina C urgente, cuidem das crianças. Lavar as mãos muitas vezes.</p> <p>Orienta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - evitar ir a locais onde haja multidão; - tomar vitamina C; - comer figado de boi; - ingerir sucos de acerola e laranja. <p>Vamos repassar?</p> <p>ERVA-DOCE</p> <p>O chá de erva-doce tem a mesma substância que o medicamento TAMIFLU, remédio que todas as vítimas da gripe A - H1N1 toma. Uma médica, descobriu no seu laboratório, que uma substância que tem o famoso TAMIFLU, aparece no CHÁ DE ERVA-DOCE</p> <p>Aconselha-se tomar o chá como fosse café, após as refeições.</p> <p>Um infectologista do hospital São Domingos, recomenda tomar de 12 em 12/horas o chá de erva doce, ela mata o vírus da influenza. É da erva-doce que é feito o TAMIFLU.</p> <p>* Repasse para seus familiares e amigos pois é muito importante.</p>	<p>EM ISRAEL NÃO MORTE DO C-19!</p> <p>Super notícias ...</p> <p>A cura para o vírus C19 ou a maneira de eliminá-lo foi alcançada.</p> <p>As informações vêm de Israel; esse vírus não causou nenhuma morte.</p> <p>A receita é simples</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Limão 🍋 2. Bicarbonato 🥄 <p>Misture e beba como chá quente - toda tarde, a ação do limão com bicarbonato de sódio mais quente - mata imediatamente o vírus - elimina-o completamente do corpo.</p> <p>Esses dois componentes alcalinizam o sistema imunológico, pois quando a noite cai, o sistema se torna ácido e as defesas mais baixas.</p> <p>É por isso que o povo de Israel está relaxado com esse vírus. Todo mundo em Israel bebe um copo de água quente com limão e um pouco de bicarbonato de sódio à noite, pois isso comprovadamente mata o vírus.</p> <p>Eu o compartilho com toda a minha família e amigos, para que nenhum de nós pegue o vírus. Deixo com seus critérios.</p> <p>Por favor, passe isso imediatamente</p>
<p>Fonte para esclarecer sobre o conteúdo da informação:</p>	<p>Fonte para esclarecer sobre o conteúdo da informação:</p>	<p>Fonte para esclarecer sobre o conteúdo da informação:</p>
<p>https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/03/02/e-fake-texto-que-diz-que-vitamina-c-e-</p>	<p>https://aosfatos.org/noticias/medic-ou-nao-indicaram-vitamina-c-e-</p>	<p>https://g1.globo.com/fato-ou-fake/noticia/2020/04/01/e-fake-que-limao-e-bicarbonato-</p>

limao-combatem-o-coronavirus.ghml	cha-de-erva-doce-contra-coronavirus/ https://saude.abril.com.br/blog/verdade-ou-fake-news/cha-de-erva-doce-cura-a-gripe-e-boato/	evitam-morte-por-coronavirus.ghml
-----------------------------------	---	---

Figura 3: Fake Science 1, 2 e 3 **Fonte:** arquivo de pesquisa

Quadro 4: Mensagem 1: processo de dissecação da mensagem

Texto da mensagem	Análise
Olá, Sou Laila Ahmadi da China estudante da faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Zanján	<i>Credibilidade/ Intimidade</i>
O vírus Corona ou COVID-19 chegará a qualquer país mais cedo ou mais tarde, e não há dúvida de que muitos países não há nenhum kit ou equipamento de diagnóstico sofisticado.	<i>Sensacionalismo Erro na sigla. Vírus diferente da doença</i>
Por favor, use o máximo de vitamina C natural possível para fortalecer o seu sistema imunológico.	<i>Apelo/Conselho</i>
Atualmente o vírus não contém vacina nem tratamento específico. Infelizmente, devido a mutação genética que o tornou muito perigosa.	<i>Informação verdadeira</i>
Esta doença parece ter sido causada pela fusão do gene entre uma cobra e um morcego, e adquiriu capacidade de infectar mamíferos, incluindo humanos.	<i>Informação falsa</i>
Segundo: o ácido carboxílico do suco de limão podem regular a pressão alta, proteger as artérias estreitas, regular a circulação sanguínea e reduzir a coagulação do sangue.	<i>Informação falsa Nomenclatura científica Crença popular</i>
Depois de ler esta mensagem transfira para a pessoa que você ama e cuida da sua saúde pessoal. Conselho: o professor Chen Horin observa que quem recebe esta mensagem tem pelo menos a garantia de salvar a vida de alguém...	<i>Apelo emocional</i>
Eu fiz meu trabalho e espero que você possa me ajudar a desenvolvê-lo também.	<i>Apelo emocional/culpa</i>
Deus abençoe-nos. Curte a página amigo (a)...!	<i>Religiosidade Figuras/emoji: prece, prostração, tristeza.</i>
É importante ter maior conhecimento da doença: o professor Chen Horin, CEO do Hospital Militar de Pequim, disse:	<i>Apelo à inteligência Credibilidade</i>
** "Fatiões de limão em um copo de água morna podem salvar sua vida".	<i>Receita Apelo à sobrevivência</i>
Portanto independentemente do que estiverem fazendo dê uma olhada nesta mensagem e passe para outras pessoas!*	<i>Apelo emocional</i>

Limão quente pode matar células cancerígenas! Corte o limão em três partes e colocado em um copo, depois despeje água quente e transforme-a em (água alcalina), beba todos os dias, definitivamente beneficiará a todos. O tratamento com esse extrato destrói apenas células malignas e não afete células saudáveis.	<i>Informação falsa</i>
---	-------------------------

Fonte: as autoras

Quadro 5: Mensagem 2: processo de dissecação da mensagem

Texto de mensagem	Análise
Diretor do HC (Hospital das Clínicas) preocupado com a nova gripe que vai matar muita gente...	<i>Credibilidade</i> <i>Afetividade</i>
Fazer de álcool gel o nosso aliado. Comecem a tomar vitamina C Urgente, cuidem das crianças. Lavar as mãos muitas vezes.	<i>Aconselhamento</i> <i>Apelo emocional</i>
Orienta: - evitar ir a locais onde haja multidão;	<i>Informação verdadeira</i>
- tomar vitamina C; - comer fígado de boi; - ingerir sucos de acerola e laranja.	<i>Informação falsa</i> <i>(Cultura popular)</i>
Vamos repassar?	<i>Apelo emocional</i>
ERVA- DOCE O chá de erva-doce tem a mesma substância que o medicamento TAMIFLU, remédio que todos as vítimas da gripe A – H1N1 toma.	<i>Informação falsa</i>
Uma médica, descobriu no seu laboratório que uma substância que tem o famoso TAMIFLU, aparece no CHÁ DE ERVA-DOCE	<i>Credibilidade</i> <i>Informação falsa</i>
Aconselha-se tomar o chá como se fosse café, após as refeições.	<i>Aconselhamento</i>
Um infectologista do Hospital São Domingos, recomenda tomar	<i>Credibilidade</i>
De 12 em 12/horas o chá de erva doce, ela mata o vírus da influenza. É da erva doce que é feito o TAMIFLU.	<i>Informação falsa</i>
*Repasse aos seus familiares e amigos pois é muito importante.	<i>Apelo emocional</i> <i>Pedido para compartilhar</i>

Fonte: as autoras

Quadro 6: Mensagem 3: processo de dissecação da mensagem

ISRAEL NÃO MORTE POR C-19!	<i>Informação falsa</i> C 19 é um código médico/tumor
Super notícias...	<i>Sensacionalismo</i>
A cura para o vírus C-19 ou a maneira de eliminá-lo foi alcançada.	<i>Informação falsa</i>

As informações vêm de Israel; esse vírus não causou nenhuma morte.	Informação falsa
Receita simples: 1. Limão 2. Bicarbonato	Solução do problema/receitas
Misture e beba como chá quente toda a tarde, a ação do limão com o bicarbonato mais quente – mata imediatamente o vírus – elimina-o completamente do corpo.	Informação falsa
Esses dois componentes alcalinizam o sistema imunológico, pois quando a noite cai, o sistema se torna ácido e as defesas mais baixas.	Informação falsa
É por isso que o povo de Israel está relaxado com esse vírus. Todo mundo em Israel bebe um copo de água quente com limão e um pouco de bicarbonato de sódio à noite, pois isso comprovadamente mata o vírus.	Apelo emocional/culpa
Eu o compartilho com toda a minha família e amigos, para que nenhum de nós pege o vírus. Deixo com seus critérios.	Apelo emocional
Por favor, passe isso imediatamente.	Pedido para compartilhar

Fonte: as autoras

A partir destes três exemplos, desejamos apresentar o que denominamos de “indicadores” que, normalmente, aparecem em mensagens falsas, sendo eles:

- 1. Indicador de Afetividade:** apresentam-se na forma de apelo emocional para ler e compartilhar uma mensagem, um conselho, uma apresentação de quem emite a mensagem como um modo de produzir uma conversa íntima, uma preocupação de um especialista que deseja ajudar o próximo, uma boa ação (em especial aos seus familiares), uma benção religiosa etc.;
- 2. Indicador de Credibilidade:** refere-se as formas pelas quais o emissor da mensagem busca, em supostas referências da Ciência ou de áreas especializadas, legitimar a sua informação, ou seja, aquele que produz a mensagem não está falando sozinho, há outras pessoas que “atestam” uma determinada informação (um médico, um infectologista, um cientista). Em geral, nas *Fakes Sciences* essa referência é feita de forma breve, sem dar maiores detalhes de

quem é a pessoa ou seu lugar de referência. Algumas vezes, a referência do

- 3. lugar onde acontece determinado fenômeno** é distante de nossa realidade (exemplo: Israel) ou, de uma cultura muito diferente da nossa, ou temos uma impressão deste lugar que nos atesta credibilidade (um hospital de clínicas, uma universidade);
- 4. Indicador Cultural:** algumas mensagens buscam práticas culturais de uma sociedade para dar sustentação àquilo que é informado, como, por exemplo, ingerir determinado alimento para nos fortalecer ou resolver um determinado problema de saúde. Nos exemplos que apresentamos acima é feita a indicação de tomar chá, consumir limão (fonte de vitamina C e protetor de artérias etc.). Nestas indicações estão inscritas práticas antigas e que fazem parte da cultura popular, em especial, presente em pessoas mais velhas (grandes consumidores de informações falsas). Além disso, as substâncias com caráter ácido carregam o estigma de serem potencialmente corrosivas e que poderiam “matar”, “destruir” organismos agressores ao nosso organismo.

Também, nos últimos anos, há uma campanha para aumentar a alcalinidade do nosso organismo, consumindo alimentos que podem atuar neste sentido. Assim, o “alcalino” passa a ser benéfico, enquanto o ácido é um “malvado bom”, pois pode nos defender em determinadas enfermidades;

5. Indicador de Falsidade: refere-se as informações que, ao serem checadas, não condizem com fatos ou comprovações científicas, são informações irreais. Às vezes aparecem como totalmente falsas ou parcialmente. Mesclam-se de fatos e comprovações verdadeiras para confundir o leitor;

6. Indicador de Verdade: o uso de fatos verdadeiros, em textos de notícias falsas, tem a função de induzir o leitor a acreditar naquilo que está sendo informado, pois quando a mensagem é lida, e se essa leitura nos leva à algum conhecimento que já possuímos (em geral proveniente de uma notícia de veículo confiável), nos faz crer que tudo o que está escrito é igualmente verdadeiro. Essa é uma forma de compor a mensagem falsa, pois ela confunde nossa mente e, sem perceber, abandonamos nossa criticidade;

7. Indicador de Persuasão: o objetivo principal de uma notícia falsa é chegar ao maior número de pessoas possível e de forma rápida. Algumas vezes, a intenção é de formar uma opinião a respeito de um assunto, ou alterar algo que já foi dito. O que há por trás dos bastidores de uma informação falsa é muito difícil de saber, mas toda mensagem é intencional e se destina à um interlocutor. A persuasão é o ato de convencer alguém a fazer algo, por meio de argumentos que levem o interlocutor formar ou mudar uma opinião ou atitude com relação à um tema/assunto. Nas notícias falsas, a persuasão pode acontecer por meio do sensacionalismo, por exemplo, “super notícia”, “não deixe de ler”, “isso é muito importante”, “urgente” etc., ou por meio de um sentimento de culpa, “eu fiz o meu trabalho e espero que você possa me ajudar...”, “deixo a

seu critério”. Além disso, há o pedido de compartilhamento da mensagem e o leitor sentindo-se culpado por não informar outra pessoa (em geral, uma pessoa que amamos ou temos maior proximidade) clicamos na seta de enviar e repassamos a mensagem sem refletir sobre ela.

De tudo isso, podemos dizer que o compartilhamento de uma mensagem falsa está muito mais ligado as nossas emoções do que da nossa racionalidade. Isso tem relação direta com o conceito de Pós-verdade que marca o nosso tempo e que tem trazido consequências perigosas em relação ao modo como agimos e atuamos na sociedade. No caso das *Fakes Sciences* é também um descredenciamento da Ciência e de suas pesquisas.

Sobre o “poder” de disseminação das notícias falsas, pesquisas têm apontado que pessoas com menor escolaridade são mais propensas a disseminar conteúdos falsos, mas isso não significa que pessoas com boa formação cultural, e até mesmo formação científica não tenham atitudes neste sentido. Assim, o problema parece não ser apenas de conhecimento, mas é um problema de busca de informações que nos dão maior conforto e reafirmam aquilo que acreditamos.

A aceitação das pessoas por uma notícia falsa também tem relação com o modo com que ela chega ao nosso conhecimento, em geral, por meio de redes sociais, grupo de família, aplicativos de conversa entre amigos. Nestas condições há maior dificuldade ao ceticismo, em virtude da confiança em alguém muito próximo a nós que compartilhou a informação. É preciso compreender ainda por que as pessoas necessitam da reafirmação de suas ideias, crenças e valores. Neste sentido, pesquisas na área da sociologia e psicologia poderão nos dar repostas apropriadas, as quais não foram o foco desta pesquisa.

6. Considerações

As *Fake Science* apelam para as emoções dos leitores, com um título chamativo, recorrente no

jornalismo e na divulgação científica, no entanto, aproveita-se das possíveis fragilidades individuais e ideologias de uma sociedade para trazer informações com conteúdo falso ou duvidoso. À primeira vista, a *Fake Science* parece ser inofensiva, no entanto alertamos para o fato de que algumas decisões que envolvem a Ciência e todo seu contexto têm sido afetadas direta e indiretamente. Lembramos aqui do movimento anti-vacina, que tem promovido debates sobre a validade destas e vem colocando a Ciência em suspeita. Isso não significa que temos que aceitar a Ciência sem questioná-la, mas é preciso certa ponderação quando se tem fortes indícios de que as vacinas apresentam benefícios para a manutenção da vida saudável do ser humano.

Como consequências diretas das *Fakes Sciences*, temos: percepções e imagens da Ciência e Tecnologia equivocadas; opiniões acima do conhecimento produzido pela Ciência; solução dos problemas da sociedade por meio de atitudes simplistas; implicações no conhecimento escolar, pois informações equivocadas ou inverídicas interferem na compreensão de conhecimentos científicos, dentre outras que demandam estudos mais aprofundados.

Diante deste quadro as palavras de Levitin (2019) nos soam como alerta e reflexão de um contexto bem mais amplo.

A promessa da internet é de que ela é uma grande força democratizante, que permite que todos expressem sua opinião e tenham acesso imediato a todas as informações do mundo. Se combinarmos as duas coisas, como a internet e as mídias sociais, teremos um mundo virtual de informação e desinformação convivendo lado a lado, olhando para nós como gêmeas idênticas, e uma vai nos ajudar, enquanto outras vão nos prejudicar. Cabe a todos nós descobrir qual escolher, e para isso é preciso um raciocínio cuidadoso (LEVITIN, 2019, p. 281).

Neste sentido, o olhar crítico não pode ser algo que se faça uma vez e depois se esqueça, é preciso que seja um processo ativo e constante, pois uma informação falsa pode ter um custo alto em termos de nossas vidas e tempo para refazer

resultados inesperados, em especial nas decisões em prol da vida, tomadas de forma individual e coletivamente. A escola, por meio da educação formal, pode contribuir para a construção de um raciocínio crítico, pois é algo que pode ser ensinado, exercitado e aperfeiçoado. Selecionar casos é um método básico de trabalho com *Fake Science*, pois os casos nos permitem exercer um raciocínio cuidadoso e sistemático de uma determinada mensagem, mas também podem nos levar a entender outros contextos.

Salientamos aqui, que nossa pesquisa também trabalhou com mensagens em forma de vídeo, que são igualmente problemáticas e passíveis de análise. Nestes, há outros elementos presentes na imagem e na fala, que tornam a análise um pouco mais detalhada e que tratamos em outro artigo. Ver Cunha e Chang (2021).

Para finalizar trazemos alguns alertas: observe a forma composicional das mensagens; desconfie de veículos desconhecidos; verifique se a notícia foi publicada em outros locais; tome cuidado com os grupos de *WhatsApp* e postagens no *Facebook*; não confunda notícia com opinião; confira em sites verificadores de notícias; informe-se em diferentes portais; família e amigos não são fontes confiáveis de Ciência (em geral); e, sobretudo: não repasse informações sem antes verificar.

7. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa/CNPq, Brasil.

8. Referencias

- BAKHTIN, M. M. **Estética da comunicação verbal**. Tradução: Paulo Bezerra. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003, 476 p.
- BIAZON, T. A era da (des)informação. Dossiê pós-verdade. **Revista Comciencia, Labjor**, Dossiê 186, março de 2017. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/a-era-da-desinformacao/>> Acesso em 31 de março de 2020.

- CUNHA, M. A. Química “mal dita” em Fake Science. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v12, n6, pp. 1 - 25, 2021.
- CUNHA, M. B. da; CHANG, V. R. J. Fake Science: uma análise de vídeos divulgados sobre a pandemia/Fake Science: an analysis of videos released about the pandemic. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v17, n38, pp. 139 -152, 2021.
- D'ANCONA, M. **Pós-Verdade: A nova Guerra contra os fatos em tempos de fake news**. Tradução: Carlos Szlak. 1ed. Barueri: Faro Editorial, 2018. 144 p.
- FOER, F. **O mundo não pensa**. Tradução: Debora Fleck. Rio de Janeiro: Leya, 2018, 236 p.
- DESCARTES, R. **Meditações** (Os Pensadores). São Paulo: Victor Civita, 1983. 324 p.
- GOLDAGRE, B. **Ciência Picareta**. Tradução: Renato Rezende. 1 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013. 378 p.
- KARNAL, L. Pós-verdade. Programa Ponto a Ponto. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qIM89h8QcSk>> Acesso em 02 de abril de 2020.
- LEITE, P. M. de C. C. O Ensino de língua inglesa em tempos de pós-verdade: o letramento crítico como uma perspectiva educacional. In: CHATES, T de J. **Perspectivas educacionais em tempos de Pós-verdade**. Jundiaí: Paco editorial, pp. 9 – 41, 2017.
- LEVITIN, D. J. **O guia contra mentiras: como pensar criticamente na era da pós-verdade**. Tradução: Leandro Alves. 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2019. 325 p.
- MONTEIRO, C.; SOARES, D.; CASTRO, J. V.; COIMBRA, L. *Fake news* e os impactos na divulgação científica. **Agência Universitária de Notícias, AUN, USP**. Setembro de 2018. Disponível em: <<https://paineira.usp.br/aun/index.php/2018/09/27/fake-news-e-os-impactos-na-divulgacao-cientifica/>>. Acesso em 10 maio de 2019.
- PILATI, R. **Ciência e pseudociência: por que acreditamos apenas naquilo em que queremos acreditar**. São Paulo: Contexto, 2018. 160 p.
- SAGAN, C. **O Mundo Assombrado pelos Demônios: A ciência vista como uma vela no escuro**. Tradução: Eichenberg. 1 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006. 508 p.
- SANTANA, C. de C. S.; MARQUES, M. F. O.; PINHO, M. J. S. A educação científica em tempos de pós-verdade. CHATES, T de J. **Perspectivas educacionais em tempos de Pós-verdade**. Jundiaí: Paco editorial, pp. 87 – 102, 2017.
- SCHULZ, P. Falsa Ciência e Pós-Ciência? **Revista Com Ciência**. Labjor. 2018. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/falsa-ciencia-e-pos-ciencia>>. Acesso em 10 de maio 2019.
- WILSON, C.; AGRIZZLE, A.; TUAZON, R., AKYEMPONG, K.; CHEUNG C-K. Alfabetização midiática e informacional: currículo para formação de professores. Brasília: UNESCO, UFTM, 2013.



EMERGENCIA DE LAS ECUACIONES PARAMÉTRICAS EN VIÈTE Y DESCARTES: elementos para repensar la actividad analítica-algebraica

EMERGENCE OF THE PARAMETRIC EQUATION IN VIÈTE AND DESCARTES: elements to rethink the algebraic-analytical activity

SURGIMENTO DA EQUAÇÃO PARAMÉTRICA EM VIÈTE E DESCARTES: elementos para repensar a atividade analítica-algébica

Luis Alberto López-Acosta * , Gisela Montiel-Espinosa ** 

López-Acosta, L, & Montiel-Espinosa, G. (2022). Emergencia de las ecuaciones paramétricas en Viète y Descartes. Elementos para repensar la actividad analítica-algebraica. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp. 539-559. DOI:10.14483/23464712.17062

Resumen

La investigación en educación del álgebra ha señalado la importancia de los parámetros respecto a la actividad algebraica, sin embargo, establece también que hacen falta más estudios al respecto. Por ello, esta investigación tiene como finalidad problematizar el surgimiento de las ecuaciones paramétricas en Viète y Descartes, respecto al rol del tipo de actividad en la que ambos se involucraron en su renovación del análisis geométrico. Realizamos un estudio histórico-epistemológico, con sustento socio epistemológico, que como resultado develó la relevancia de cierto tipo de problemas geométricos, caracterizados por involucrar una gran cantidad de relaciones que no son perceptibles a partir del diagrama geométrico presente en el texto, algo no visto en la tradición algebraica previa, y que requería de un sistema prolijo para diferenciar las cantidades conocidas y desconocidas. Este hallazgo permite fundamentar una ruta didáctica basada en la práctica de algebrización de la geometría que no ha sido explícitamente explorada en las investigaciones relativas a esta noción. Esta práctica se sustenta en una justificación epistémica centrada en la conceptualización de que cualquier tipo de relación de equivalencia deviene en una ecuación, principalmente las proporciones, y refleja la intención de construir un álgebra para la geometría.

Palabras-Clave: Álgebra. Historia. Epistemología.

* Maestro en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, México. Email: lopezluis0912@gmail.com – ORCID 0000-0002-2903-5413

** Doctora en Ciencias con especialidad en Matemática Educativa. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México. Email: gmontiele@cinvestav.mx – ORCID 0000-0003-1670-9172
Recibido: Octubre de 2020; Aceptado Julio 2022.

Abstract

Research in algebra education has shown the importance of parameters concerning algebraic activity. However, it also establishes a necessity for more studies in this regard. Therefore, this research aims to problematize the emergence of the parametric equations in Viète and Descartes. Concerning the role of the type of activity in which both were involved in their renewal of geometric analysis. We carry out a historical-epistemological study based on socio-epistemology theory. Results revealed the relevance of certain types of geometric problems, characterized by involving a large number of relationships that are not perceptible from the geometrical diagram present in the text. Something not seen in the previous algebraic tradition but requiring a neat system to differentiate known and unknown quantities. This finding allows us to glimpse a didactic route based on the practice of algebraization of geometry that has not been explicitly explored in research on this notion. This practice has a support in an epistemic justification centered on the conceptualization that any type of equivalence relationship becomes an equation, especially proportions, and reflects the intention of building an algebra for geometry.

Keywords: Algebra. History. Epistemology.

Resumo

A pesquisa em educação algébrica apontou a importância dos parâmetros na atividade algébrica. No entanto, ela também afirma que mais estudos são necessários nesta área. Portanto, esta pesquisa visa problematizar o surgimento de equações paramétricas em Viète e Descartes com relação ao papel do tipo de atividade em que ambos estiveram envolvidos na renovação da análise geométrica. Realizamos um estudo histórico-epistemológico, com apoio sócio epistemológico, que como resultado revelou a relevância de certos tipos de problemas geométricos, caracterizados por envolver muitas relações que não são perceptíveis a partir do diagrama geométrico presente no texto. Algo não visto na tradição algébrica anterior. Esta descoberta nos permite propor uma rota didática baseada na prática da algebrização da geometria que não foi explicitamente explorada nas investigações relacionadas a esta noção. Esta prática é apoiada por uma justificação epistêmica centrada na conceição de que qualquer tipo de relação de equivalência se torna uma equação, principalmente proporções, e reflete a intenção de construir uma álgebra para a geometria.

Palavras-Chave: Álgebra. História. Epistemologia.

1. Introducción

A pesar del gran avance en el campo de investigación sobre enseñanza y aprendizaje del álgebra, investigadores como BOLEA (2003), GASCÓN, BOSCH, Y RUIZ-MUNZÓN (2017), GASCÓN (1994-1995, 1999), y RUIZ-MUNZÓN

(2010) han señalado que la gran mayoría de las investigaciones asumen acríticamente un modelo del álgebra como *aritmética generalizada*. Este modelo soslaya el uso de parámetros e incógnitas en la actividad algebraica escolar, aspecto en el que reside el verdadero potencial de la actividad algebraica, de acuerdo con estos autores.

No obstante, otros trabajos señalan que la investigación didáctica en álgebra no ha atendido de manera significativa al parámetro, notándose incluso una disminución de estudios en las últimas décadas (p. ej. FURINGHETTI, Y PAOLA, 1994; WARREN, TRIGUEROS, Y URSINI, 2016). Principalmente, los estudios han abordado las dificultades de los estudiantes en su interpretación, debido a su carácter contradictorio y más general, comparándolo con la variable y la incógnita (ver BARDINI, RADFORD Y SABENA, 2005; BLOEDY-VINNER, 2001; DRIJVERS, 2003; FURINGUETTI Y PAOLA, 1994).

Asimismo, diversas investigaciones han señalado que históricamente el parámetro algebraico surgió en el trabajo de Viète (p. ej. DRIJVERS, 2003; KIERAN, 1992; SFARD, 1995) y se amplió en el de Descartes (CHARBONNEAU, 1996), dejando ver en ambos la relevancia de la renovación del *método de análisis geométrico*, lo cual derivó en la creación de un nuevo paradigma algebraico: el *análisis algebraico*. Si bien estas y otras investigaciones (ver BOLEA, 2003; BOSCH, GASCÓN, Y RUIZ-MUNZÓN, 2017; GASCÓN, 1994-1995; RUIZ-MUNZÓN, 2010) han recuperado diversos aportes de ambos matemáticos al álgebra, como los indicadores de un cambio de paradigma más general, así como reflexiones didácticas del método de análisis y el involucramiento de parámetros e incógnitas para replantear la actividad algebraica escolar, poco se ha trabajado sobre las características de la actividad y problemas matemáticos que ambos resolvieron en su época para entender su papel en el surgimiento de las ecuaciones paramétricas y, en particular, del parámetro. Es en esta dirección que planteamos una investigación que comenzamos a reportar en este escrito.

Nuestro objetivo es mostrar el rol de los problemas matemáticos en los que se involucraron Viète y Descartes en la emergencia de las ecuaciones paramétricas, lo que implicaría obtener resultados que sirvan como aportaciones epistemológicas a la enseñanza del álgebra en el nivel medio superior.

Por lo tanto, en este trabajo problematizamos la *génesis histórica de la ecuación paramétrica*, enmarcándola en la actividad matemática donde surgió (análisis algebraico) y su contexto de significación. Para ello llevamos a cabo un estudio histórico-epistemológico (EHE de aquí en adelante), desde la perspectiva de la teoría socioepistemológica (TS de aquí en adelante), respecto a la pregunta de investigación: ¿cuál fue el rol de los problemas, en los que Viète y Descartes se involucraron, en la emergencia de la ecuación paramétrica al renovar el análisis geométrico griego?

2. Fundamentación Teórica y Metodológica

Se llevó a cabo un estudio cualitativo documental, de carácter histórico, orientado a contribuir en la discusión epistemológica relativa a la construcción de conocimiento analítico algebraico desde una perspectiva teórica que asume a la matemática como una actividad humana, eminentemente social.

La TS es un enfoque teórico situado dentro del paradigma sociocultural al conocimiento, en el cual se privilegia el carácter de la producción del saber, intentando “centrarse en la actuación y en los efectos reguladores de la práctica” (LERMAN, 2000, p. 38). Bajo este enfoque y en consecuencia al paradigma sociocultural, se asume que el saber matemático se construye bajo necesidades humanas, que le dan sentido, significado y un carácter situado (CANTORAL, 2013). Una distinción central, respecto a otros enfoques, es que entenderá al saber como conocimiento puesto en uso (CANTORAL, 2013; CANTORAL, MONTIEL, Y REYES-GASPERINI, 2015). Esta consideración es fundamental en su planteamiento sobre la construcción social de conocimiento matemático basado en prácticas. Por esta razón se privilegia el análisis de la actividad matemática dentro de tres formas legítimas de saberes: *populares* (prácticas cotidianas), *técnicos* (prácticas especializadas) y *cultos* (prácticas formales disciplinares).

En la TS la construcción del conocimiento matemático es *racionalmente contextualizada*, es decir, es una función del contexto, toda vez que

son los contextos específicos en los que actúa el individuo los que delimitan y sitúan su racionalidad, y por tanto son inherentes a su epistemología; permeando así su relación con el conocimiento. Este actuar, a su vez, es regulado por prácticas sociales, entendidas como un “conjunto organizado de actividades y acciones objetivas e intencionales para atender a una situación dada” (CANTORAL, 2013, p. 327). Esta relación constitutiva es propia de los fenómenos sociales, tal como lo explica LERMAN (2000):

[...] cuando una persona se integra a la práctica, ella o él ya ha cambiado. La persona tiene una orientación hacia la práctica, o tiene objetivos que la han llevado hacia la práctica, incluso si deja la práctica al poco tiempo. Se puede expresar ese cambio observando que la práctica se ha convertido en la persona. Para incorporar esos desarrollos, sugiero que la unidad de análisis se extienda a persona-en la práctica-en la persona (p. 38, traducción propia).

Es decir, hay una relación simbiótica entre el individuo (y su participación) y la (constitución de una) práctica; por ello, los estudios enmarcados por la TS se interesan en la *progresión pragmática* de la actividad matemática, que ha denominado *anidación de prácticas*, tomando en consideración el contexto que la enmarca y los emergentes – eminentemente sociales– que de ella emanan.

Para dar respuesta a la pregunta de investigación del estudio que aquí reportamos, se hizo uso de la anidación de prácticas constituida por *acciones, actividades y prácticas socialmente compartidas*. Las primeras entendidas como intervenciones para adaptarse y responder a estímulos del medio, es decir, todos aquellos recursos físicos o mentales que son empleados al resolver un problema o situación; y las segundas como organización consciente de acciones articuladas intencionalmente y mediadas por artefactos culturales (como los objetos matemáticos, instrumentos físicos o mentales diversos, el lenguaje, etc.). Las prácticas socialmente compartidas son emergentes sociales relativos al tratamiento de situaciones específicas, resultantes de la articulación

consciente y deliberada de las acciones y actividades con un fin determinado (CANTORAL, 2013).

2.1 Estudios Histórico-Epistemológicos y Contexto de Significación

Existe una gran tradición respecto al uso de la dimensión histórica en la investigación y la práctica educativa de las matemáticas y de las ciencias en general (ver CASTIBLANCO Y NARDI, 2013; BARBIN, GUILLEMETTE Y TZANAKIS, 2020; CLARK, KJELDEN, SCHORCHT Y TZANAKIS, 2018; MARQUES PINHEIRO, LUCCAS, Y BUENO LUCAS, 2019; PEREA, Y BUTELER, 2016; TZANAKIS Y ARCAVI, 2000). Este uso permite, entre otras cosas, como mencionan TZANAKIS Y ARCAVI (2000), contribuir al aprendizaje de las matemáticas, al visibilizar el progreso de las ideas, técnicas, procesos, problemas y preguntas que usualmente devienen opacos en la enseñanza y que pueden ser contenidos a enseñar; lo cual permite comprender también la naturaleza de las matemáticas y su actividad, así como robustecer los marcos didácticos de profesores y profesoras. El interés por recurrir a un EHE, desde la TS reside en esta primera consideración, que BARBIN, GUILLEMETTE, Y TZANAKIS (2020) recientemente han catalogado como *contribuciones epistemológicas* a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Para la TS, los EHE tienen el objetivo de construir *hipótesis epistemológicas*, recuperando la génesis de los saberes en términos de las prácticas (la matemática como actividad humana) y las circunstancias socioculturales que condicionan dichas prácticas (contexto de significación). Estas hipótesis, como en otras posturas, son confrontadas posteriormente con modelos epistemológicos escolares, para robustecerse y construir vías alternativas de tratamiento escolar orientadas al desarrollo del pensamiento matemático. Su construcción requiere de un análisis del saber matemático objeto de estudio en dos niveles: uno *contextual* para evidenciar la racionalidad contextualizada asociada al saber, y otro sobre la *actividad matemática* específica que

le da cabida, para identificar su naturaleza pragmática.

En el primer nivel se determina el *contexto de significación* relativo al saber, el cual constituye una agrupación de tres dimensiones contextuales que van desde las esferas sociales más complejas, que trascienden a la actividad matemática — como la circunstancias culturales y sociales de una época o región—, hacia las actividades matemáticas específicas —estén estas enmarcadas en escenarios populares, cultos o técnicos— que determinan los saberes objeto de estudio. LÓPEZ-ACOSTA (2019) y TORRES-CORRALES (2020) distinguen tres dimensiones, que en este trabajo denominamos: *contexto cultural*, *contexto situacional* y *contexto de la situación específica*:

- El contexto cultural comprende las características sociales que determinan grupos culturales específicos “que manifiestan necesidades de tipo ideológico, psicológico, fisiológico o ambiental de los individuos” (CRESCO, 2007, p. 37). Y también “aquellas creencias y concepciones que son la base de su racionalidad” (ESPINOZA, 2009, p. 28).
- El contexto situacional corresponde al conjunto de factores o circunstancias espacio temporales que delimitan la realidad cercana de los sujetos relacionados con el saber objeto de estudio.
- El contexto de la situación específica refiere a la actividad matemática específica (popular, técnica o culta) que determina problemas y/o situaciones dentro de las cuales el saber emerge.

La aproximación al contexto de significación desde este enfoque es a partir de reconocer que el saber matemático, en tanto producción humana, es una producción con historia, un objeto de difusión y parte de una expresión intelectual más global (ESPINOZA, 2009). Esta postura conlleva responder planteamientos como: ¿cuál es el lugar que ocupa en la historia?, ¿qué elementos de la vida, época y quehacer del

individuo, entre otras cosas, influyeron en su desarrollo?, ¿qué características contextuales (sociales, culturales, políticas, institucionales, etc.) mediaron y/o incidieron en su concepción?, ¿qué intereses científicos, académicos y/o personales tuvieron relevancia en su emergencia?, ¿qué se buscaba resolver, construir, estudiar, comunicar, etc., con su desarrollo?

El segundo nivel de análisis se efectúa sobre la actividad matemática determinada por el contexto de la situación específica en la cual el saber de interés emerge. La intención es la *reconstrucción pragmática de la actividad matemática*, en términos de las acciones, actividades y prácticas socialmente compartidas. Las primeras y segundas son inferidas al responder respectivamente a los cuestionamientos analíticos: *¿qué y cómo lo hace?* y *¿para qué lo hace?* Las prácticas socialmente compartidas se infieren a partir de la articulación de las acciones y actividades que conforman esquemas determinados de actuación matemática ante tipos de situaciones específicas. Dependiendo del objeto de estudio en la investigación pueden incorporarse otros cuestionamientos más, como fue el caso de esta investigación.

3. Método

Para el análisis contextual, la recolección de fuentes estuvo orientada en responder los siguientes cuestionamientos: *¿qué características tenía la época del Renacimiento, en la que Viète y Descartes realizaron sus contribuciones, y cómo esta influyó en su pensamiento?*, *¿cuáles fueron sus principales intereses científicos, académicos y personales?*, *¿qué rol jugó la renovación del método de análisis geométrico en su actividad matemática?* Algunas de las principales fuentes sobre las que se sustentó el análisis contextual se muestran en la Tabla 1. Con base en estas se obtuvo una mirada amplia sobre el período particular del Renacimiento y el movimiento humanista francés, así como de las características particulares en la actividad algebraica de Viète y Descartes a diferencia de algebraistas previos a ellos.



Tabla 1. Algunas fuentes consultadas para la determinación del contexto de significación.

Tipo de fuente	Fuentes
Primaria	ADAM Y TANERY (1908), DESCARTES (1637, 1947, 1996), PAPPUS (1982, 1986), VIÈTE (1615, 1646, 1983).
Secundaria	BOS (2001), CHARBONNEAU (1996), CIFOLETTI (2006), HEEFFER, (2008, 2009, 2014), KLEIN (1968), OAKS (2018), SASAKI (2003), SEFRIN-WEISS (2013), STEDALL (2008, 2011).
Terciaria	MERZBACH Y BOYER (2011), RAO (2011), VARVOGLIS (2014), PUIG, Y ROJANO (2004), SFARD (1995).

Nota: La división del tipo de fuente se hizo con base en Wardhaugh (2010). **Fuente.** Elaboración propia.

Con las respuestas a las preguntas orientadoras se recuperó la influencia del contexto cultural y situacional en el contexto de la situación específica de la ecuación paramétrica, así como características específicas del tipo de problemas involucrados. En relación con esto último, que nos permitió conjeturar cómo emergió la ecuación paramétrica, se eligieron las siguientes unidades de análisis para la interpretación de la actividad matemática en la siguiente fase:

Viète.

1. Traducción al inglés de WITMER (1983, pp. 83-84) de la Zetética I del Primer Libro de Zetética de *Zeticorum libri quinque*. Contrastado con el original (VIÈTE, 1615, fol. 1).
2. Traducción al inglés de WITMER (1983, p. 205-207) del Capítulo XV del Primer tratado de *Æquationvm Recognitione Et Emendatione Tractatus Duo*. Contrastado con el original (VIÈTE, 1615, pp. 39-40)
3. Traducción al inglés de WITMER (1983, p. 403-405) de la Proposición XVI de *Supplementum Geometriae*. Contrastado con el original (VIÈTE, 1646, pp. 248-249).

Se eligieron estos textos de Viète dado que corresponden a tres tipos de problemas provenientes de tratados diferentes en los que aplica su método analítico. La primera unidad corresponde a un ejemplo de álgebra aritmética, el segundo al estudio de la estructura de un tipo

de ecuación y el tercero a un ejemplo geométrico. Con esto se buscó tener un panorama general sobre cómo Viète aplicaba su método.

Descartes.

1. Traducción al español de ROSSELL (1947, pp. 65-69, pp. 82-88), del Problema de Pappus abordado en dos partes en los libros I y II de *La Géométrie*. Contrastado con el original (DESCARTES, 1637, pp. 309-313, pp. 323-30).
2. Traducción al español de ROSSELL (1947, pp. 146-147), de la regla de los signos del Libro III de *La Géométrie*. Contrastado con el original (DESCARTES, 1637, p. 373).
3. Traducción al español de ROSSELL (1947, pp. 79-80), del Ejemplo que propone Descartes en el Libro II de *La Géométrie*. Contrastado con el original (DESCARTES, 1637, pp. 319-322).

Puesto que *La Géométrie* fue el único tratado matemático de Descartes, donde aborda esencialmente problemas geométricos, se eligieron dos problemas de este tipo y un ejemplo en el que trata propiedades algebraicas de las ecuaciones. Se eligió el Problema de Pappus por la relevancia que los historiadores le han atribuido respecto a la concreción de su proyecto analítico, tal y como mostraremos en la siguiente sección.

El análisis de la actividad matemática sobre estas unidades de análisis se dividió en dos fases (adaptadas de CANTORAL, MONTIEL, Y REYES-GASPERINI, 2015): una *descriptiva*, en la que el problema se contextualiza, detalla y se reconstruye su solución; y una *cualitativa*, fase en la que se realiza la *reconstrucción pragmática de la actividad matemática*. En particular, además de responder a los cuestionamientos analíticos *¿qué y cómo se hace?* y *¿para qué se hace?* se incorporó el cuestionamiento analítico *¿cuál es la justificación epistémica?* con la que se especifica, siguiendo a HEEFFER (2014), los esquemas de validez que la justifican. Esto es, el reconocimiento de aquellos conocimientos o nociones matemáticas sobre las cuales se sustenta el método.

4. Resultados

En el apartado 4.1 discutimos el contexto de significación de la ecuación paramétrica, centrándonos en la dimensión del contexto de la situación específica por limitaciones de espacio —la caracterización completa puede consultarse en LÓPEZ-ACOSTA (2019)—. En el apartado 4.2 presentamos dos ejemplos del análisis de la actividad matemática de Viète y Descartes relativos a problemas geométricos, que elegimos por motivos de extensión en este escrito. En conjunto con las otras unidades de análisis, como el problema de Pappus en Descartes, permitieron caracterizar las implicaciones y elementos fundamentales en la construcción del conocimiento analítico algebraico. Finalmente, en el apartado 4.3 realizamos una síntesis de los hallazgos.

4.1 Contexto de Significación de la Ecuación Paramétrica: La Dimensión de la Situación Específica.

A pesar de que no abordaremos las tres dimensiones del contexto de significación de la ecuación paramétrica en este escrito, en términos sintéticos, se identificó que el *contexto cultural* en el que los proyectos de Viète y Descartes fueron producidos estuvo permeado por una *racionalidad contextualizada centrada en el*

método y la renovación del conocimiento griego para construir la nueva ciencia. Por esta razón, ambos matemáticos estuvieron influenciados y enfocados en construir un método más robusto (universal) para resolver problemas basándose en fuentes griegas. Por otro lado, el *contexto situacional* de los científicos de la época estaba orientado a la aplicación de las ciencias, lo cual los orilló a una búsqueda particular por *aplicar el álgebra y la geometría en otras ciencias* como la astronomía y la filosofía.

Estas características contextuales, condicionaron eventualmente a ambos matemáticos para proponer la *renovación del análisis geométrico con fundamento en el álgebra Diofantina* (contexto de la situación específica). Estos proyectos dieron pie a la creación del análisis algebraico, denominado *arte analítico* por Viète y *Mathesis Universalis* por Descartes; y que sentó un cambio de paradigma en la actividad algebraica.

Dentro de este proyecto matemático, para probar y dar fuerza a sus métodos, ambos se enfrentaron a la resolución de problemas geométricos con cierta ‘complejidad’, como los relacionados con la trisección del ángulo —uno de los tres problemas griegos clásicos— (Figura 1) y con lugares geométricos o *locus* —como el problema de Pappus, que ni Euclides, ni Apolonio habían podido resolver de manera completa, según Descartes— (Figura 2).

En esta línea, STEDALL (2008), argumenta que la introducción de los parámetros e incógnitas en Viète fue justo por las exigencias de estos problemas, más que los problemas aritméticos. STEDALL (2011), menciona:

Viète le dio al álgebra una sorprendente nueva prioridad como herramienta para investigar y analizar los problemas y teoremas de la geometría clásica. Incluso las hasta ahora intratables dificultades de duplicar el cubo o trisecar un ángulo eran [...] susceptibles de tratamiento algebraico [...]. Esta nueva visión del alcance y el poder del álgebra le obligó a examinar la naturaleza y la construcción de

ecuaciones mucho más cuidadosamente que cualquiera de sus predecesores (p. 28, traducción propia).

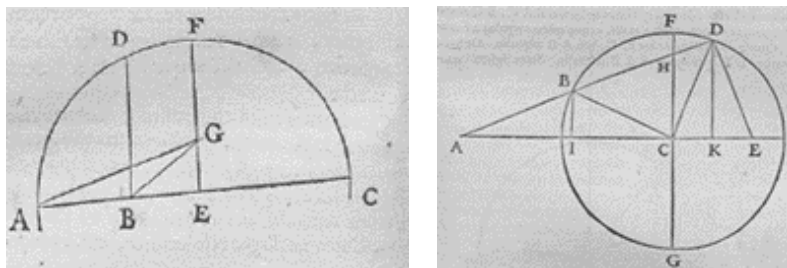


Figura 1. Problemas relativos a la trisección de ángulos en *Supplementum Geometriae* de Viète.

Fuente: VÎÈTE, 1646, p. 248 y p. 249 respectivamente.

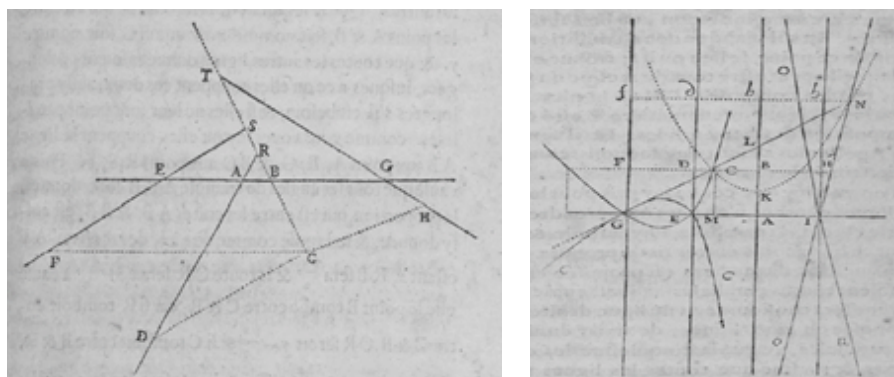


Figura 2. El problema de Pappus para cuatro y cinco líneas en *La Géométrie*.

Fuente: DESCARTES, 1637, p. 309 y p. 336 respectivamente.

En esta línea, STEDALL (2008), argumenta que la introducción de los parámetros e incógnitas en Viète fue justo por las exigencias de estos problemas, más que los problemas aritméticos. STEDALL (2011), menciona:

Viète le dio al álgebra una sorprendente nueva prioridad como herramienta para investigar y analizar los problemas y teoremas de la geometría clásica. Incluso las hasta ahora intratables dificultades de duplicar el cubo o trisecar un ángulo eran [...] susceptibles de tratamiento algebraico [...]. Esta nueva visión del alcance y el poder del álgebra le obligó a examinar la naturaleza y la construcción de ecuaciones mucho más cuidadosamente que cualquiera de sus predecesores (p. 28, traducción propia).

Esta interpretación sobre la relevancia de la geometría en el trabajo de Viète ha sido apoyada recientemente por OAKS (2018), quien señala que el conocimiento geométrico necesario para la astronomía fue un gran interés para Viète desde antes de 1570, provocando que se advocara al desarrollo y mejora de modelos geométricos para sistematizar cálculos astronómicos (OAKS, 2018). Oaks establece que la noción de número en Viète es la de una magnitud geométrica, implicando que Viète estaba construyendo un *álgebra para la geometría*. Como argumentaremos a continuación, esto pareció ser el mismo caso en Descartes.

Hasta antes de 1637, las características de la actividad algebraica de Descartes han llevado a los historiadores (ver BOS, 2001; SASAKI, 2003) a considerarla como un pensamiento inmaduro.

En una carta escrita en 1628 a su colega Beeckman, Descartes afirmó haber hecho el mayor progreso que la mente humana podía hacer y que no tenía más que aprender respecto a la aritmética y la geometría. En dicha carta Descartes muestra ejemplos de problemas que

resuelve con sus ‘nuevas técnicas’ como la representación de la unidad, así como la resolución de un problema algebraico. Sin embargo, las técnicas algebraicas empleadas eran sumamente conocidas, recurriendo incluso a notación cóscica clásica (ver Figura 3).

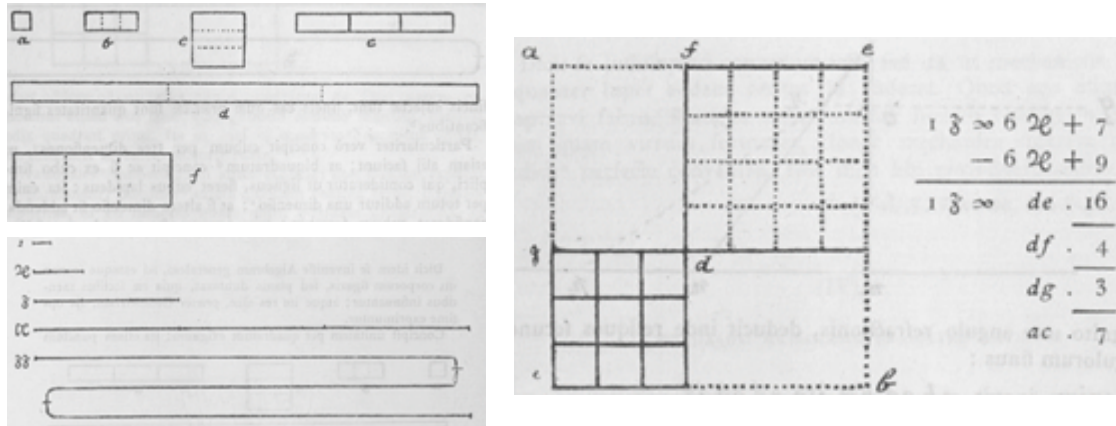


Figura 3. Representación de la unidad y notación cóscica por Descartes previo a *La Géométrie*. Fuente: ADAM, & TANNERY, 1908, pp. 333-335.

Por otro lado, SASAKI (2003) señala que Descartes contemplaba como parte fundamental de su método el uso de compases, por lo que en otra carta hacia Beeckman en 1619, Descartes menciona que con la ayuda de sus compases pudo encontrar demostraciones a la resolución de ecuaciones, al igual que al problema de dividir un ángulo en una cantidad de partes arbitraria.

ampliamente las reflexiones sobre sus compases— Descartes ejemplifica la resolución de la ecuación cúbica $x^3 = 7x + 14$ (anacrónicamente), apoyándose del mesolabio; el mismo compás que aparecería en *La Géométrie* (Figura 4), el cual permite construir la progresión geométrica $1, x, x^2, x^3, x^4, x^5, \dots$, mostrando así una preocupación por encontrar geoméricamente soluciones a ecuaciones.

Al revisar *Cogitationes Privatae* —tratado escrito entre 1619 y 1621, en el que plasmó más

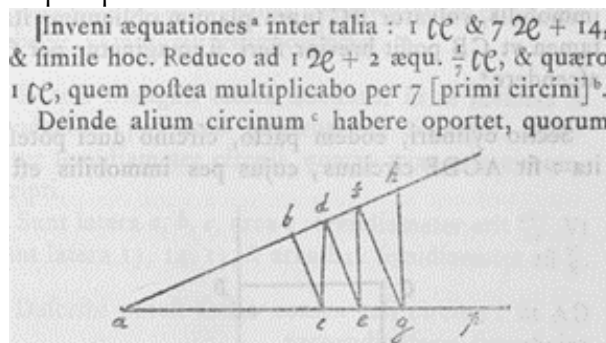
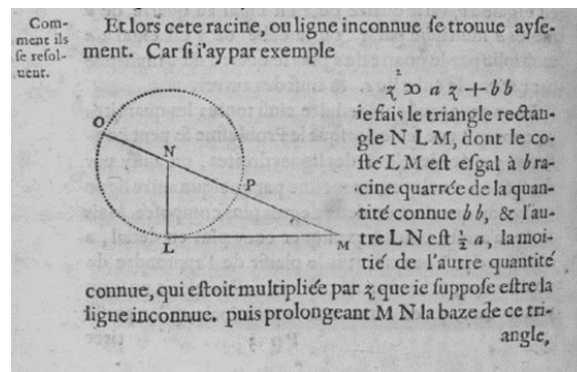
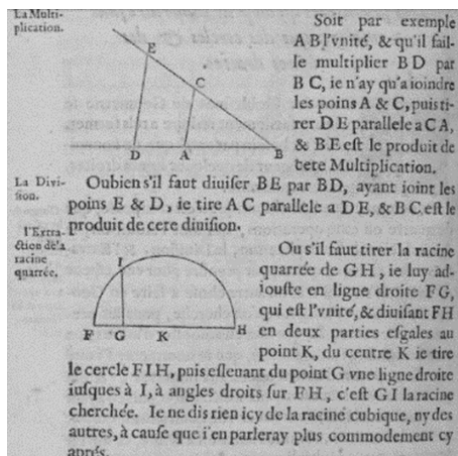


Figura 4. Resolución de una ecuación cúbica en *Cogitationes Privatae*. Fuentes: I. ADAM, & TANNERY, 1908, p.

Bajo esta consideración, y puesto que, en el método analítico geométrico clásico, la síntesis implicaba la construcción de la figura, entonces Descartes debía garantizar que tanto las ecuaciones como sus

soluciones pudieran construirse geoméricamente. En este sentido, el álgebra era solo una parte de su método (BOS, 2001), hecho que dota de sentido el preámbulo de *La Géométrie*, donde explica cómo construir geoméricamente las operaciones aritméticas, ecuaciones y su solución (Figura 5).



I

II

Figura 5. Construcción geométrica de la multiplicación, división y raíz cuadrada (I) y la ecuación $z^2 = az + b^2$ (II) en *La Géométrie*. Fuente: DESCARTES, 1637, p. 298 y p. 302 respectivamente.

Se sabe que para las *Regulae ad directionem ingenii* Descartes ya poseía gran parte del esquema de pensamiento que plasmó de manera definitiva en *La Géométrie* —donde el análisis geométrico y el álgebra jugaban un rol vertebral—, sin embargo, hasta este primero, aún le faltaba librar el obstáculo de la dimensión. Este paso era fundamental para la construcción del *álgebra de segmentos*, plasmado por primera vez en *La Géométrie* y donde aparecen sistemática y explícitamente las cantidades paramétricas. Este hecho nos llevó a cuestionarnos qué sucedió entre 1628 y 1637 que le permitió a Descartes dar este salto.

En 1631 se le propone a Descartes —como un reto para probar su método— resolver el problema de Pappus. Este problema de *locus*, implica una gran cantidad de relaciones que no son perceptibles a partir del diagrama geométrico presente en el texto, al igual que muchos de los

problemas resueltos por Viète, lo cual exige de un sistema prolijo para caracterizar las cantidades conocidas y las desconocidas. Por ello, se conjetura que fue este lo que le permitió refinar su método analítico (BOS, 2001; SASAKI, 2003).

Una revisión de tratados algebraicos de entre 1494 y 1585 —pertenecientes a Luca Pacioli, Girolamo Cardano, Nicola Tartaglia, Jaques Peletier, Ioannes Buteo, Petrus Ramus, Pedro Nunez, Rafael Bombelli, Guillaume Gosselin y Simon Stevin— muestra que en la tradición algebraica previa a Viète y Descartes, los ejemplos de resolución de problemas geométricos no poseían esta 'complejidad' que hemos reconocido. Por ejemplo, en los problemas resueltos por STIFEL (1544, 1553) —Figura 6— y PELETIER (1554) —Figura 7—, pueden identificarse dos cosas: la primera es que las expresiones algebraicas involucradas no

presentan parámetros, sino coeficientes específicos; la segunda es que la resolución de estos problemas —a diferencia de como hacen Viète y Descartes, como mostraremos en el siguiente apartado— no estaba asociada a la

construcción de fórmulas o expresiones generales, sino a la determinación de la incógnita que satisfacía la relación geométrica establecida por el problema.

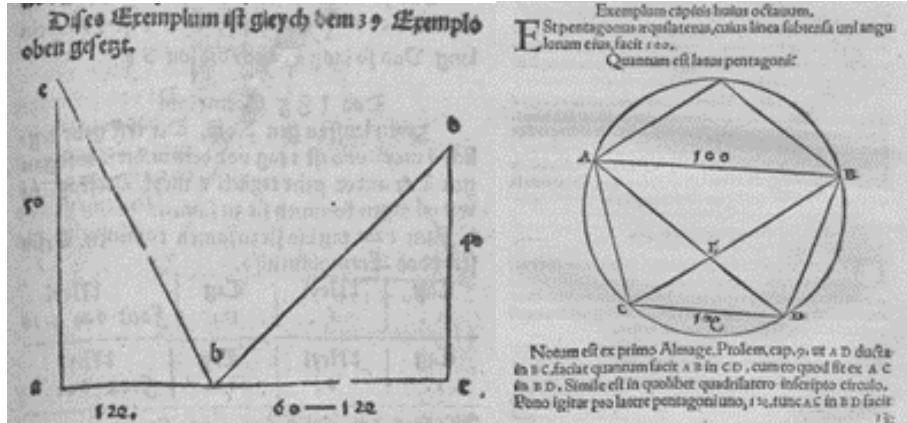


Figura 6. Ejemplos de problemas geométricos en Stifel. Fuente: STIFEL, 1544, p. 286 y 1553, fol. 305 respectivamente.

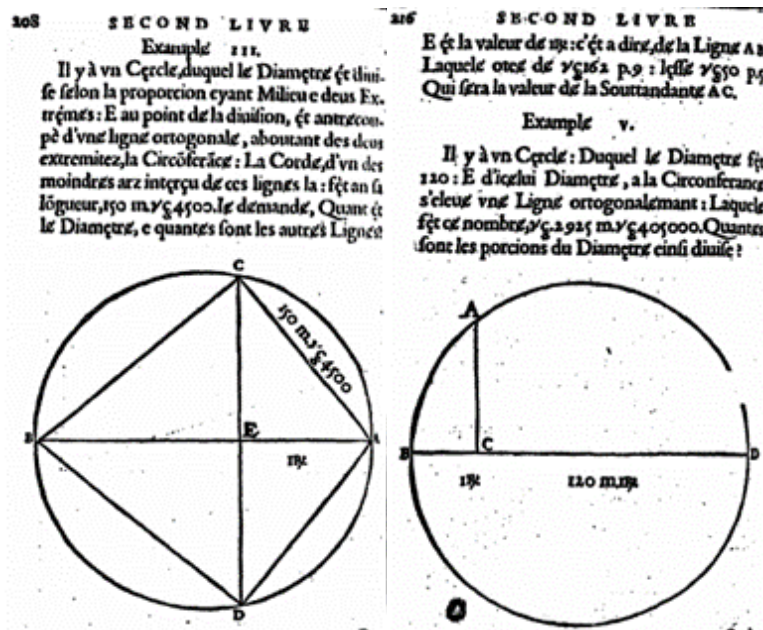


Figura 7. Ejemplos de problemas geométricos en Peletier.

Fuente: PELETIER, 1554, p. 208 y p. 216 respectivamente.

Bajo estas consideraciones identificamos que la ecuación paramétrica devino de la necesidad, tanto de Viète como en Descartes por construir un álgebra para la geometría (OAKS, 2018). Para ello, como destaca KLEIN (1968), era necesaria una ampliación del objeto de estudio al que estaba referido el álgebra de sus predecesores,

considerando no solo números, sino también magnitudes geométricas. No obstante, esta última consideración adquiere mayor sentido al analizar la actividad matemática inmersa en el tipo de problemas geométricos que ambos matemáticos resolvieron, algo que por la naturaleza filosófica y ontológica del trabajo de Klein no es posible ver

claramente. Sobre esto profundizaremos en el siguiente apartado.

4.2 Ejemplos de la Actividad Matemática de Viète y Descartes

Para identificar con detalle las implicaciones de la actividad geométrica en la que se involucraron Viète y Descartes mostramos dos ejemplos del análisis realizado a los problemas geométricos complejos seleccionados para nuestro EHE. Cabe señalar que si bien en la segunda fase se lleva a cabo la reconstrucción pragmática, en la fase descriptiva se requirió de una reconstrucción matemática que detallara todos los pasos en el desarrollo de los problemas, muchos de ellos no explícitos en los textos de Viète y Descartes y necesarios para el estudio de las prácticas que acompañan la producción del saber que se está estudiando.

4.2.1 Proposición XVI de Supplementum Geometriae de Viète

- *Análisis descriptivo de la actividad matemática*

En esta proposición Viète demuestra una propiedad que cumplen dos triángulos isósceles, donde la medida de los ángulos de la base de uno

de ellos es un tercio de la medida de los ángulos del otro. También se cumple que los lados que subtienden los ángulos iguales en ambos son iguales. Con estas relaciones Viète demuestra que se cumple la siguiente relación:

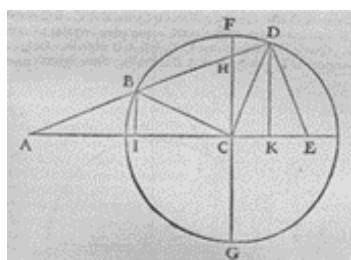
$$A \text{ cubus minus } Z \text{ quadrato ter in } A, \text{aequatur } Z \text{ cubo} \\ (A^3 - 3Z^2A = Z^3 \text{ en notación de WITMER, 1983})$$

Donde A (incógnita) representa la base del triángulo cuyos ángulos base tienen la medida de un tercio de las medidas del otro triángulo y Z (parámetro) representa la medida de los lados iguales a los dos triángulos que son conocidos.

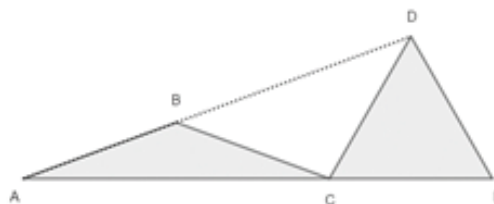
Primero se establecen las condiciones que deben cumplirse para determinar la relación geométrica que desea demostrar. La relación que menciona al inicio difiere de la relación planteada por la ecuación, pues está dada en términos de los segmentos específicos de los triángulos:

$$AC^3 - 3(AC \times AB^2) = (CE \times CD^2) \text{ o } (CE \times AB^2) \\ (*)$$

Seguidamente aparece en el texto la Figura 8-I, aunque por lo indicado en el texto una imagen más cercana correspondería con la Figura 8-II, dado que hasta después de presentar la relación a demostrar señala la construcción del círculo



I



II

Figura 8. I. Imagen presente en el texto de Viète. II. Imagen correspondiente a las condiciones de partida.

Fuentes: I. VIÈTE, 1646, p. 249; II. Elaboración propia.

Después de establecer la relación (*), realiza construcciones auxiliares como el círculo GEF , un diámetro FCG que corta perpendicularmente al segmento AE , y un segmento AD , obteniendo segmentos FH , HC , CG y la intersección H . Traza

los segmentos BI y DK siendo paralelos al diámetro FCG , determinando las intersecciones I y K , por lo cual la imagen correspondiente después de todo este proceso coincide con la presentada en el texto.

Con base en lo anterior, inicia el establecimiento de las igualdades necesarias para construir la relación a demostrar. Las primeras son $AC = 2AI$ y $CE = 2CK$, las cuales se deducen por construcción. Establece, sin justificar, que $AB = BH$, lo cual puede derivarse si se considera que, si se trazan dos rectas perpendiculares a AC y a FG por los puntos A y H respectivamente, así como una recta perpendicular a AC que pase por I , se cumple que los triángulos BVH y BIA son congruentes (Figura 9), por lo tanto $AB = BH$. Con base en esta igualdad se dice que $AH = 2AB$.

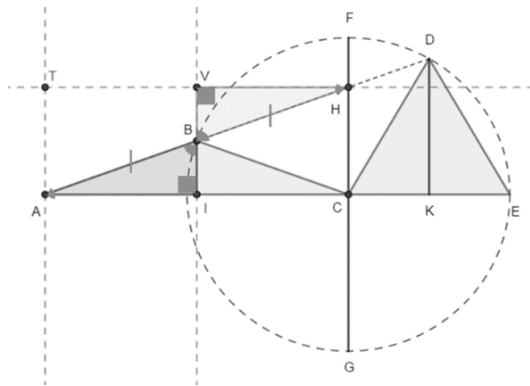


Figura 9. Primeras relaciones que establece Viète en la resolución.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente Viète menciona otras relaciones sin justificar. Establece primero que

$$CG^2 = CH^2 + (FH \times HG).$$

Por ser FG ambos radios del diámetro, $FC = CG$, y considerando que $FC = FH + HC$, entonces $CG = FH + HC$, de donde al considerar sus cuadrados respectivos se tiene que

$$CG^2 = FH^2 + 2FH \cdot HC + HC^2 \quad (1)$$

Por otro lado, sabiendo que también se cumple que $HG = 2HC + FH$, entonces también se cumple que

$$FH \times HG = 2HC \cdot FH + FH^2 \quad (2)$$

Por lo tanto, sustituyendo (2) en (1) se obtiene la relación

$$CG^2 = FH \times HG + HC^2$$

En donde, a su vez, $CG^2 = AB^2$, puesto que $CG = BC$, por ser ambos radios, y también, $AB = BC$ por construcción, por lo que, por transitividad, se cumple la relación

$$AB^2 = CH^2 + (FH \times HG) \quad (3)$$

Que es igual a:

$$AB^2 - HC^2 = FH \times HG \quad (4)$$

Dada la relación de semejanza entre los triángulos HBG y HFD (Figura 10), se cumple que $\frac{BH}{FH} = \frac{HG}{HD}$, dando pie a que $FH \times HG$ sea igual a $BH \times HD$. Con base en esta relación y (4) entonces

$$AB^2 - HC^2 = BH \times HD \quad (5)$$

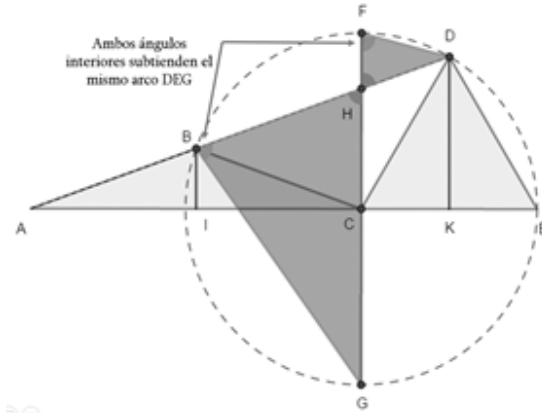


Figura 10. Relación entre los triángulos HBG y HFD.

Fuente: Elaboración propia.

Por el teorema de Pitágoras aplicado al triángulo rectángulo ACH , señala que se cumple que

$$CH^2 = AH^2 - AC^2 \quad (6)$$

Por lo tanto, sustituyendo (6) en (5), se obtiene

$$AB^2 - AH^2 + AC^2 = BH \times HD \quad (7)$$

A partir de una de las relaciones iniciales ($AH = 2AB$) se tiene que $AH^2 = 4AB^2$. Por lo tanto, sustituyendo el valor de AH^2 en (7) se obtiene la ecuación

$$AC^2 - 3AB^2 = BH \times HD \quad (8)$$

Luego establece que $\frac{BH}{HD} = \frac{IC}{CK}$ y $\frac{IC}{CK} = \frac{AC}{CE}$, las cuales se deducen del Teorema de Tales aplicado a las rectas transversales AE y AD con los segmentos paralelos BI , CH , KD y uno que pasa por el punto E y que las cortan (Figura 11).

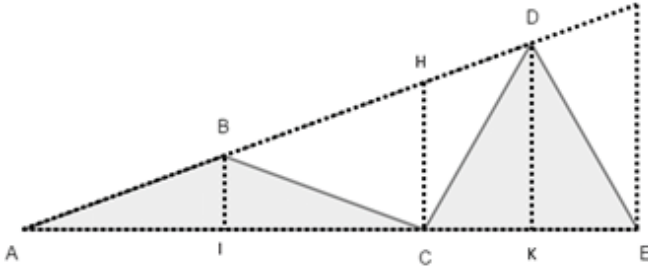


Figura 11. Relaciones relativas al Teorema de Tales.

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, con base en estas dos proporciones se tiene que $\frac{BH}{HD} = \frac{AC}{CE}$. Y de aquí, se obtiene que $BH \cdot CE = HD \cdot AC$, por lo que también se cumple que $BH^2 \cdot CE = BH \cdot HD \cdot AC$ (multiplicando la igualdad por BH). Puesto que también se tienen las siguientes relaciones: $BH = AB$ y que por la ecuación (8), entonces se tiene que $AB^2 \cdot CE = (AC^2 - 3AB^2) \cdot AC$, obteniendo así la ecuación final que se propuso a demostrar: $AB^2 \cdot CE = AC^3 - 3AB^2 \cdot AC$, o en el orden de Viète:

$$AC^3 - 3(AC \cdot AB^2) = CE \cdot AB^2$$

la ecuación final en términos de las especies, donde Z se corresponde con AB , mientras que A se corresponde con AC . Por lo tanto, en términos reducidos la ecuación paramétrica es

$$A^3 - 3Z^2A = Z^3$$

La Z^3 se obtiene porque $CE = AB$ pues, aunque en la imagen original no se aprecia que CE coincide con ser un radio, por la forma en la que se construye la figura, se obtiene que el triángulo CDE es equilátero.

Finalmente, como parte de la *síntesis —Exegética* para Viète por ser un problema geométrico—, Viète asigna valores fijos para Z de manera que construye los dos triángulos resolviendo la ecuación cúbica para A , la base del triángulo ABC . Él propone primero $Z = 1$, dejando la

ecuación como $1C - 3N = 1$ ($x^3 - 3x = 1$, anacrónicamente) y luego $Z = 100000000$, valor con el cual se obtienen las medidas de los dos triángulos que muestra en el texto (Figura 12).

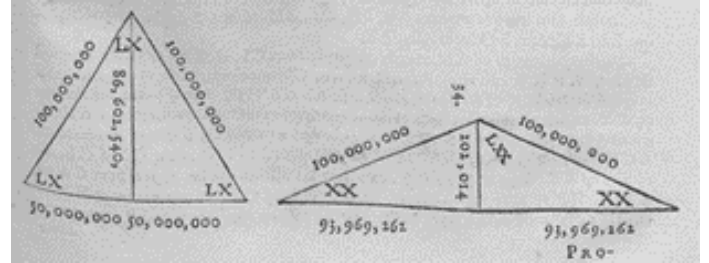


Figura 12. Triángulos solución.

Fuente: VIÈTE, 1646, p. 249.

- *Análisis cualitativo de la actividad matemática*

¿Qué y cómo se hace?

Se detallan las propiedades de la construcción geométrica a demostrar y se procede a establecer relaciones de equivalencia para determinar una relación que las articule. Para ello se vale de todas las relaciones aritméticas (p. ej. a partir de $AH = 2AB$ se tiene $AH^2 = 4AB^2$) y geométricas (p. ej. el teorema de Pitágoras aplicado al ΔACH) que puedan ser útiles para construir la ecuación. El tipo de equivalencias planteadas son, principalmente, proporciones. Al concretar la relación, esta se transforma en una ecuación algebraica en la que se distinguen las cantidades conocidas y desconocidas, es decir, parámetros e incógnitas respectivamente.

Así, como acción identificamos el establecimiento de relaciones de equivalencia de distinta índole (aritméticas y geométricas) puesto que conforma la base de la resolución, así como la distinción de las cantidades conocidas y desconocidas, para destacar aquello que es dado como condición en el problema como aquello que no.

¿Para qué se hace?

Se busca una fórmula para determinar las medidas A de cualesquiera triángulos que cumplan las condiciones geométricas del problema, al resolver la ecuación para cada uno

de los valores de Z . En este sentido, se reconoce como actividad la búsqueda de una fórmula general para representar familias de soluciones.

¿Cuál es la justificación epistémica de la actividad?

La validez de la resolución reside en la correspondencia entre cualquier relación de equivalencia con las ecuaciones. Hay un razonamiento subyacente que considera toda igualdad como susceptible de ser conceptualizada como ecuación. Es esta consideración epistémica lo que permite que se pueda transitar de las relaciones entre cantidades geométricas (representadas por segmentos de recta) hacia una equivalencia como objeto algebraico, es decir, una ecuación.

4.2.2 Ejemplo del Libro II de La Géométrie por Descartes

- Análisis descriptivo de la actividad matemática

Este es un ejemplo con el que Descartes se propone mostrar cómo determinar el género de una curva con base en su ecuación algebraica. Para ello propone encontrar una relación entre dos líneas que denomina x e y , que no son conocidas, y otras líneas conocidas a , b , y c , que determinen los puntos C de la curva.

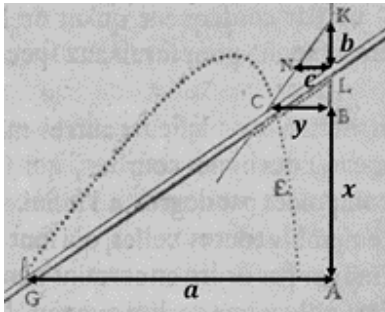


Figura 13. Parámetros e incógnitas en el problema.

Fuente: Adaptado de DESCARTES, 1630, p. 320.

Primero, Descartes describe la forma en la que el mecanismo funciona para construir la curva EC y nombra un punto C como lo que produce el mecanismo y que conforme se manipula determina la curva. El proceso inicia con la designación de las líneas conocidas GA , NL y KL

como a , c y b respectivamente y las que no CB y AB , designadas como x e y respectivamente (Figura 13). Con base en estas Descartes inicia el establecimiento de las relaciones entre ellas para determinar la ecuación.

Puesto que los triángulos CBK y NLK son semejantes, entonces $\frac{LN}{LK} = \frac{CB}{BK}$, que en términos de los parámetros es lo mismo que $\frac{c}{b} = \frac{y}{BK}$, por lo que:

$$BK = \frac{b}{c}y$$

Con base en la relación anterior, se cumple que $BL = BK - LK$, que es lo mismo que

$$BL = \frac{b}{c}y - b$$

Implicando que:

$$AL = x + \frac{b}{c}y - b$$

Por otro lado, la relación de semejanza entre los triángulos GAL con CBK determinan que $\frac{CB}{LB} = \frac{GA}{LA'}$ o bien, $\frac{y}{\frac{b}{c}y - b} = \frac{a}{x + \frac{b}{c}y - b}$, la cual es la misma que:

$$yx + \frac{b}{c}y^2 - by = \frac{ab}{c}y - ab$$

Y que al reducirla se obtiene la ecuación que Descartes se proponía a encontrar:

$$yy = cy - \frac{c}{b}xy + ay - ac$$

- Análisis cualitativo de la actividad matemática

¿Qué y cómo se hace?

Se detallan las propiedades del instrumento geométrico. En este caso, cada punto C resulta de su movimiento, obteniendo variaciones en la distancia a la que C se encuentra de la línea AK —el segmento CB (y)—. Posteriormente se establecen relaciones de equivalencia (no necesariamente mediante proporciones, como hace Viète, p. ej. $BL = BK - LK$) para determinar una ecuación que las articule, estableciendo antes un sistema concreto de designación de las

cantidades conocidas y desconocidas. Dado el sistema, se vale de cualquier proporción que relacione las líneas o segmentos de interés para convertirlas en ecuaciones.

Así, como *acción* se identifica nuevamente el *establecimiento de relaciones de equivalencia de distinta índole* (aritméticas y geométricas), así como la *distinción de las cantidades conocidas y desconocidas*, para destacar aquello lo dado y lo no dado como en el caso de Viète.

¿Para qué se hace?

Descartes intenta obtener una expresión general con la cual, a través de manipulaciones de los parámetros, identifique qué tipo de lugar geométrico está siendo expresado. De esta manera se reconoce como *actividad* la *búsqueda de una expresión general para representar familias de curvas*.

¿Cuál es la justificación epistémica de la actividad?

La validez de la resolución reside en el hecho de que *cualquier proporción puede dar pie a una ecuación*, además de una correlación entre la ecuación y el género de la curva, que no es explicitada en el tratado. Al igual que en el caso de Viète, se identifica *un razonamiento que considera toda igualdad como susceptible de ser conceptualizada como ecuación*, lo cual permite la transición de las relaciones entre cantidades geométricas hacia la ecuación.

4.3 Síntesis de los Hallazgos

Puesto que la tradición algebraica previa a Viète y Descartes respecto a la resolución de problemas geométricos no muestra las características expuestas en estos ejemplos y el resto del *corpus* analizado, hemos identificado que este tipo de problemas geométricos, que denominamos *complejos*, involucran una gran cantidad de relaciones, que en su mayoría subyacen a la observación directa del diagrama geométrico sobre el que se investiga. Para algebrizar estas relaciones se requiere una articulación sistemática entre las cantidades conocidas (parámetros) —magnitudes que

dependiendo de las condiciones de la construcción, quedan determinadas, aunque no especificadas numéricamente— y las desconocidas (variables) —magnitudes indeterminadas dependientes de las condiciones de la construcción y de las cantidades conocidas—. En este sentido, la *hipótesis epistemológica* derivada de este EHE considera que el trabajo con los *problemas geométricos complejos* es lo que lleva a Viète y Descartes a construir la ecuación paramétrica. Así, planteamos como respuesta a la pregunta ¿cuál fue el rol de los problemas, en los que Viète y Descartes se involucraron, en la emergencia de la ecuación paramétrica al renovar el análisis geométrico griego?, lo siguiente:

El *contexto de la situación específica* para Viète y Descartes fue la *renovación del método analítico geométrico con base en el álgebra Diofantina*, lo cual implicó que lidiaran con *problemas geométricos complejos*. Esta actividad matemática plantea la complejidad de articular el álgebra con la geometría, y muestra un proceso que parte del *establecimiento de relaciones de equivalencia de distinta índole* y la *construcción de sistemas de designación para distinguir sistemáticamente entre cantidades conocidas y desconocidas* con base en las condiciones geométricas impuestas por el problema (acciones). Estas acciones tienen la *intención de construir fórmulas y expresiones generales para representar familias de soluciones o de curvas* (actividad). Por lo tanto, este desarrollo de acciones y actividades en Viète y Descartes, aunque separados en el tiempo, se articulan para lograr la *algebrización de la geometría* (práctica socialmente compartida), práctica que las articula como un todo coherente, producto de sus necesidades.

En este proceso, la noción de proporción fue fundamental, pues como señala Klein (1968), permitió el puente entre las relaciones geométricas de equivalencia y la igualdad algebraica: la ecuación. No obstante, si bien gran parte de las relaciones que se convertían en ecuaciones eran proporciones, en términos

generales, podría decirse que una de las justificaciones epistémicas más relevantes en la racionalidad del álgebra de Viète y Descartes, es que toda relación de equivalencia puede ser susceptible de ser conceptualizada como ecuación algebraica. El análisis completo, presentado en LÓPEZ-ACOSTA (2019), destaca que el análisis algebraico desarrollado por ambos matemáticos, a diferencia de sus predecesores, evidencia una transición de *la ecuación como objeto de estudio* hacia *la ecuación como herramienta para el estudio*.

5. Conclusiones y Discusión

Con base en el contexto de significación de la ecuación paramétrica aquí presentado, se propone una explicación alternativa a la conceptualización actual de las ecuaciones paramétricas como “expresión de soluciones generales y como herramienta para probar las reglas que rigen las relaciones numéricas” (KIERAN, 1992, p. 390), proponiendo considerar también su carácter geométrico intrínseco. Estos resultados involucran contenidos algebraicos posteriores a los niveles básicos de escolaridad, y a la articulación del álgebra con otros dominios como la geometría, aspectos que han sido reportados como intereses actuales en la investigación didáctica en álgebra (ver KIERAN, 2007; RUÍZ-MUNZÓN, 2010; WARREN, TRIGUEROS, Y URSINI, 2016).

Así, vislumbramos tres caminos basados en consideraciones epistemológicas (BARBIN, *et. al.*, 2020) respecto al tratamiento escolar del parámetro. El primero, intenta darle sentido diferenciándolo de otras nociones como la incógnita y la variable, así como también fomentando su uso dentro de actividades relacionadas con la función, en las que obtiene una interpretación dinámica (ver DRIJVERS, 2003). Otro es el propuesto en trabajos como los de GASCÓN, BOSCH, Y RUÍZ-MUNZÓN (2017) que proveen una manera de algebrizar la actividad matemática partiendo de problemas que involucran procesos de cálculo aritmético, como estos autores les llaman, y que al cuestionar a los estudiantes sobre la estructura de

los problemas se desencadena un cambio en la actividad, progresando hacia una de tipo algebraico que los incluye sistemáticamente.

El tercero, aún en construcción, basado en lo encontrado en este estudio, se sitúa en la práctica de *algebrización de la geometría*, la cual involucra el trabajo con problemas geométricos que articulen sistemáticamente parámetros e incógnitas, valiéndose de una justificación epistémica centrada en la conceptualización de que cualquier tipo de relación de equivalencia deviene en una ecuación. En términos escolares, esta práctica alude a los contenidos abordados en la asignatura que usualmente es denominada geometría analítica, por lo que con los resultados de este estudio consideramos podría reorientarse la actividad geométrica analítica, toda vez que los elementos encontrados señalan una práctica geométrica robusta, previa a la construcción de las ecuaciones. Por lo tanto, esto genera preguntas a nivel escolar como: ¿qué adaptaciones son necesarias en este tipo de problemas para ser abordados en la escuela?, ¿desde qué momento de la escolaridad pueden trabajarse este tipo de problemas?, ¿en qué medida las/los estudiantes pueden algebrizar relaciones geométricas considerando sus conocimientos geométricos?, ¿en qué medida las/los estudiantes reconocen las cantidades conocidas y no conocidas en este proceso?

Identificamos que esta vía no ha sido abordada del todo en la investigación respecto a este tópico, y muchas de las preguntas previas se deben al hecho de reconocer que en la escuela suelen dominar las aproximaciones aritméticas (en el nivel básico) y algebraicas (en el nivel medio) cuando se abordan los temas geométricos (SINCLAIR, Y BRUCE, 2015), dejando de lado lo propiamente geométrico (construcción, prueba, estudio de relaciones, etc.). Por ello, en una fase experimental del proyecto de investigación, se diseñó una secuencia didáctica constituida por problemas recuperados y adaptados de tratados originales de Viète y Descartes (Figura 14) que permiten explorar esta hipótesis epistemológica con estudiantes de bachillerato en México. El

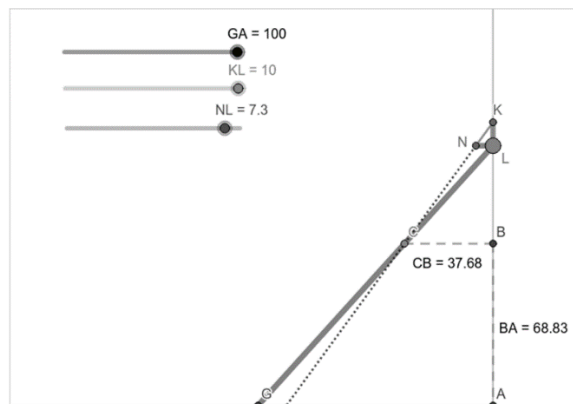
objetivo no es validar la hipótesis, sino robustecerla con evidencia empírica de un nuevo escenario: el escolar en condiciones experimentales. Se busca así, indagar qué otros elementos emergen en el trabajo con estudiantes para seguir caracterizando la naturaleza de este

paradigma de actividad matemática y así, proporcionar alternativas de tratamiento escolar.

GeoGebra

El instrumento de Descartes

Autor:



Proposición:

Si hay tres líneas proporcionales CF , DF y BF , el cuadrado del extremo menor (CF) más el producto de la diferencia entre los extremos (FG) con el extremo menor (CF) es igual al cuadrado de la media (DF).

Esta relación puede escribirse como:

$$CF^2 + (CF \cdot FG) = DF^2.$$

a) Prueba que se cumple la relación.

*Para lograr demostrar esta propiedad Viète se apoyó de la siguiente imagen, donde A es el centro de la circunferencia, DE es perpendicular con BC y $BG = FC$. Úsala para apoyar tu prueba.

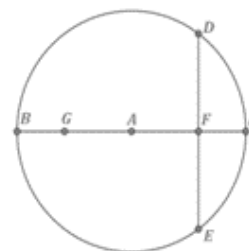


Figura 14. Ejemplos de problemas en la secuencia didáctica basados en originales de Viète y Descartes. **Fuente:** Elaboración propia.

6. Referencias

- ADAM, C.; TANERY, P. *Euvres de Descartes* (Vol. X). L. Cerf, Ed: Paris, 1908.
- BARBIN, E.; GUILLEMETTE, D.; TZANAKIS, C. *History of mathematics education*. In: Lerman S. (Org.). *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer. New York: EUA, 2020, pp. 333-342.
- BARDINI, C.; RADFORD, L.; SABENA, C. *Struggling with variables, parameters, and indeterminate objects or how to go insane in mathematics*. In: 29TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, Volumen 2, pp. 129-136, Melbourne: Australia, Proceedings of PME 29. Departement of Science and Mathematics Education, 2005.
- BEDNARZ, N.; KIERAN, C.; LEE, L. *Approaches to Algebra: Perspectives for Research*. Kluwer. Dordrecht: The Netherlands, 1996.

- BLOEDY-VINNER, H. *Beyond unknowns and variables – parameters and dummy variables in high school algebra*. In: SUTHERLAND, R. ROJANO, T. BELL, A. & LINS, R. (Org.). *Perspectives on school algebra*. Kluwer. Dordrecht: The Netherlands, 2001, pp. 177-189.
- BOLEA, P. *El proceso de algebrización de organizaciones matemáticas escolares*. In: SEMINARIO MATEMÁTICO GARCÍA DE GALDEANO, v. 29. Monografía, Departamento de Matemáticas Universidad de Zaragoza. 2003.
- BOS, H. *Redefining Geometrical Exactness: Descartes' Transformation of the Early Modern Concept of Construction*. Springer-Verlag. New York: EUA, 2001.
- CANTORAL, R. *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa*. Estudios sobre construcción social del conocimiento. Gedisa. Ciudad de México: México, 2013.

- CANTORAL, R.; MONTIEL, G.; REYES-GASPERINI, D. Análisis del discurso Matemático Escolar en los libros de texto, una mirada desde la Teoría Socioepistemológica. *Avances de Investigación en Educación Matemática, España*, v. 8, pp. 9-28. 2015.
- CASTIBLANCO, O.; NARDI, R. Un uso de la historia en la enseñanza de la didáctica de la física. *Góndola, enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias, Colombia*, v. 8, n. 2. pp. 50-60. 2013. <https://doi.org/10.14483/23464712.5139>.
- CHARBONNEAU, L. From euclid to descartes: algebra and its relation to geometry. In: BEDNARZ, N. KIERAN, C. & LEE, L (Org.). *Approaches to Algebra: Perspectives for Research*, Kluwer. Dordrecht: The Netherlands, 1996, pp. 15-38.
- CIFOLETTI, G. From Valla to Viete: The Rethorical Reform of Logic and Its Use in Early Modern Algebra. *Early Science and Medicine, The Netherlands*, v. 11, n. 4, pp. 390-423. 2006.
- CLARK, K.; KJELDSSEN, T.; SCHORCHT, S.; TZANAKI, C. (Edits.). *Mathematics, Education and History. Towards a Harmonious Partnership*. Springer. Cham: Alemania, 2018.
- CRESPO, C. Las argumentaciones matemáticas desde la visión de la socioepistemología. 300 páginas. Doctorado en ciencias con especialidad en matemática educativa - Programa de Matemática Educativa, CICATA-IPN. México, 2007.
- DESCARTES, R. *Discours de la me'thode pour bien conduire sa raison & chercher la varite' dans les sciences plus la diotrique, les meteores, et la geometrie, qui sont des essais de cete methode*. Ian Marie. Leyden: Francia, 1637.
- DESCARTES, R. *La Geometría*. Traducido por: ROSSELL, P. Espasa - Calpe S.A. Buenos Aires-México: Argentina-México, 1947
- DESCARTES, R. *Rene Descartes: Reglas para la dirección del espíritu*. Traducido por: CORDÓN, J. M. Alianza Editorial. Madrid: España, 1996.
- DRIJVERS, P. Learning algebra in a computer algebra environment. Design research on the understanding of the concept of parameter, Mathematics Education Phd - Freudenthal Institute, Utrecht University. The Netherlands, 2003.
- ESPINOZA, L. Una evolución de la analiticidad de las funciones en el siglo XIX. Un estudio socioepistemológico. Maestría en ciencias con especialidad en matemática educativa - Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav - IPN. México, 2009.
- FURINGHETTI, F.; PAOLA, D. Parameters, unknowns and variables: a little difference? En J. da Ponte, & J. Matos (Edits.), In: 20TH CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION, Volumen 2, pp. 368-375, Lisbon: Portugal. Proceedings of PME 20. Departamento de Educação, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 1994.
- GASCÓN, J. Un nouveau modèle de l'algèbre élémentaire comme alternative à l'arithmétique généralisée. *Petit x, Francia*, v. 37, pp. 43-63. 1994-1995.
- GASCÓN, J. La naturaleza prealgebraica de la matemática escolar. *Educación matemática*, v. 11, n. 1, pp. 77-88. 1999.
- GASCÓN, J.; BOSCH, M.; RUIZ-MUNZÓN, N. El problema del álgebra elemental en la teoría antropológica de lo didáctico. In: MUÑOZ-ESCOLANO, J. ARNAL-BAILERA, A. BELTRÁN-PELLICER, P. CALLEJO, M. & CARRILLO, J. (Org.). *Investigación en Educación Matemática XXI*. SEIEM. Zaragoza: España. 2017. pp. 25-47.
- HEEFFER, A. The Emergence of Symbolic Algebra as a Shift in Predominant Models. *Foundations of Science*, v. 13, pp. 149-161. 2008. <https://doi.org/10.1007/s10699-008-9124-0>.
- HEEFFER, A. On the Nature and Origin of Algebraic Symbolism. In: VAN KERKHOVE, B. (Org.). *New Perspectives on Mathematical Practices. Essays in Philosophy and History of Mathematics*. World Scientific Publishing. Co. Pte. Ltd . Singapore: Sigapore, 2009, pp. 1-27.
- HEEFFER, A. Epistemic justification and operational symbolism. *Foundations of Science*, v.19, n. 1, pp. 89-113. 2014. <https://doi.org/10.1007/s10699-012-9311-x>
- KIERAN, C. The Learning and Teaching of School Algebra. In: Grows, D. (Org.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Macmillan Publishing Company. New York: EUA, 1992, pp. 390-419.
- KIERAN, C. Learning and teaching algebra at the middle school through college levels. In: Lester Jr., F. (Org.). *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New Age Publishing. Charlotte, NC: EUA, 2007, pp. 707-762.
- KLEIN, J. *Greek Mathematical Thought and The Origin of Algebra*. Dover Publications Inc. New York: EUA, 1968.

- LERMAN, S. The Social Turn in Mathematics Education Research. In Boaler, J. (Org.). *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning*. Ablex. Westport, CT: EUA, 2000, pp. 19-44.
- LÓPEZ-ACOSTA, L.A. Un acercamiento epistemológico y lingüístico para el estudio del Pensamiento y Lenguaje Algebraico. El caso del Análisis Algebraico de Viète y Descartes. Memoria predoctoral no publicada. Doctorado en ciencias con especialidad en matemática educativa - Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav - IPN. México, 2019.
- MARQUES PINHEIRO, R.; LUCCAS, S.; BUENO LUCAS, L. Sistemas de numeración a la luz de un enfoque histórico-epistemológico. *Góndola, enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias*, v. 14, n. 2, pp. 243-267. 2019. <http://doi.org/10.14483/23464712.13030>.
- MERZBACH, U.; BOYER, C. B. *A History of Mathematics* (3 ed.). Wiley. New Jersey: EUA. 2011.
- OAKS, J. Francois Viète's revolution in algebra. *Archive for History of Exact Sciences*, v. 72, pp. 245-302, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00407-018-0208-0>
- PAPPUS. *La collection mathématique*. Traducido por: VER ECKE, P. Blanchard. Paris: France. 1982.
- PAPPUS. *Book 7 of the Collection* (Vol. 1). Traducido por: JONES, A. Springer. New York: EUA. 1986.
- PELETIER, J. *L'algebre de laques Peletier dv Mans, departie an deus liures*. Jean de Tournes. Lyon: France. 1554.
- PEREA, M., & BUTELER, L. El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo. *Góndola, enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias*, v. 11, n. 1, pp. 12-25, 2016, <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a1>
- PUIG, L.; ROJANO, T. The history of algebra in mathematics education. In: K. STACEY, H. CHICK, & M. KENDAL. *The teaching and learning of algebra: The 12th ICMI study* Kluwer Academic Publishers: Norwood, MA, 2004, pp. 189-224.
- RAO, J. Renaissance and Scientific Revolution. In: *History of Rotating Machinery Dynamics. History of Mechanism and Machine Science*, vol 20. Edición. Springer. Dordrecht: The Netherlands. 2011, pp. 15-21.
- RUIZ-MUNZÓN, N. La introducción del álgebra elemental y su desarrollo hacia la modelización funcional. Doctorado en Educación. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Universitè Autònoma de Barcelona. España. 2010.
- SASAKI, C. *Descartes's Mathematical Thought*. Kluwer. Dordrecht: The Netherlands. 2003.
- SEFRIN-WEISS, H. (2013). Greek Geometrical Analysis: Method and Methodology in Pappus' "Collectio". *Studia Leibnitiana*, v. 45. n. 1, pp. 2-19. 2013.
- SFARD, A. The development of algebra Confronting historical and psychological perspectives. *Journal of Mathematical Behavior*, v. 14, pp. 15-39. 1995.
- SINCLAIR, N.; BRUCE, C. New opportunities in geometry education at the primary school. *ZDM Mathematics Education*, v. 47, n. 3, pp. 319-329. 2015. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0693-4>
- STEDALL, J. Notes made by Thomas Harriot on the treatises of François Viète. *Archive for History of Exact Sciences*, v. 62. n. 2, pp. 179-200. 2008. <https://doi.org/10.1007/s00407-007-0019-1>
- STEDALL, J. From Cardano's great art to Lagrange's reflections: Filling a gap in the history of algebra. *European Mathematical Society*. Zürich: Switzerland. 2011.
- STIFEL, M. *Arithmetica integra*. Petreius. Nürnberg: Germany. 1544.
- STIFEL, M. *Die Coss Christoffe Ludolffs mit schönen Exempeln der Coss / Zu Königsperg*. Gedrückt durch Alexandrum Lutomylensem. Preussen: Germany. 1553.
- TORRES-CORRALES, D. Usos y significados de nociones trigonométricas en el problema cinemático directo de la Robótica. Doctorado en ciencias con especialidad en matemática educativa - Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav - IPN. México, 2020.
- TZANAKIS, C.; ARCAVI, A. Integrating history of mathematics in the classroom: an analytic Survey. In: J. FAUVEL, & J. VAN MAANN (EDS.), *History in mathematics education: the ICMI study*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht: Netherlands, 2000, pp. 201-240.
- VARVOGLIS, H. From Classical Era to the Renaissance. In: *History and Evolution of Concepts in Physics*. Edición. Springer. Cham: The Netherlands, 2014. pp. 21-26.

- VIÈTE, F. De Æquationum Recognitione et Emendatione Tractatus Duo. Ex Typographia Ioannes Laquehay. Parisiis. 1615.
- VIÈTE, F. Opera mathematica. Leiden. 1646.
- VIÈTE, F. The Analytic Art: Nine Studies in Algebra, Geometry, and Trigonometry from the Opus Restitutae Mathematicae Analyseos, seu, Algebrâ novâ by François Viète. Traducido por: WITMER, T. Kent State University. Kent, Ohio: EUA. 1983.
- WARDHAUGH, B. How to read historical mathematics. Princeton University Press. Princeton and Oxford: EUA. 2010.
- WARREN, E.; TRIGUEROS, M.; URSINI, S. Research on the Learning and Teaching of Algebra. In: GUTIÉRREZ, A. LEDER, C. & BOERO, P. (Org.). The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education. Sense Publishers. Rotterdam: The Netherlands, 2016, pp. 73–108.



SER PROFESSOR DE FÍSICA: FATORES QUE DETERMINAM A ESCOLHA DOS JOVENS

BEING A PHYSICS TEACHER: FACTORS THAT DETERMINE THE CHOICE OF YOUNGERS

SER UN PROFESOR DE FÍSICA: FACTORES QUE DETERMINAN LA ELECCIÓN DE LOS JÓVENES

Emanuel César Pimentel* , Cleci Teresinha Werner da Rosa** 
Luiz Marcelo Darroz*** 

Pimentel, E.; Rosa, C.; Darroz, L. (2022). Ser professor de física: fatores que determinam a escolha dos jovens. Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 17(3), pp 560-575. DOI: [1https://doi.org/10.14483/23464712.18187](https://doi.org/10.14483/23464712.18187)

Resumo

O presente estudo parte da problemática relacionada à escolha dos jovens por ser professor, e dos fatores que influenciam essa escolha, particularmente as questões associadas às vivências presentes durante o ensino médio. Para tanto, o estudo toma como referência outros trabalhos que analisam essas escolhas e revelam elementos que podem auxiliar na compreensão desse fenômeno. A partir desses estudos, busca-se analisar os fatores que interferem na escolha dos jovens por um curso específico de Licenciatura em Física e localizado na região sul do Brasil, investigando de que natureza são as escolhas desses jovens. O referido curso mantém um diálogo constante com a comunidade e com as escolas, aventando-se a possibilidade de que as vivências positivas dos jovens a partir das ações desenvolvidas por esse curso, podem estar influenciando na decisão dos jovens por cursar física. A investigação realizada busca responder ao seguinte questionamento: Seriam as vivências positivas o fator determinante? Para responder, o estudo realiza um questionário respondido por 65 sujeitos que ingressaram em um curso de Física, cujas respostas permitem endossar os resultados apresentados pelos trabalhos de referência e revelam as experiências positivas vivenciadas durante o ensino médio, como fator que mais influencia a escolha por ser professor de Física.

* Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade de Passo Fundo, Brasil. Professor da rede pública estadual. E-mail: professoremanueldias@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6619-8441>

** Doutora em Educação Científica e Tecnológica. Universidade de Passo Fundo, Brasil. Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo, RS. E-mail: cwerner@upf.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9933-8834>

*** Doutor em Educação em Ciências. Universidade de Passo Fundo, Brasil. Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo, RS. E-mail: ldarroz@upf.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0884-9554>

Fecha de recibido: julio de 2021. Fecha de publicado: julio de 2022

Palavras-Chave: Escolha profissional. Ensino médio. Professor de Física. Experiências vivenciadas.

Abstract

This study addresses the issue of the choice of young people to be a teacher and the factors that influence this choice. In particular, aspects associated with the experiences during high school. Therefore, the study takes references from other works analyzing these elections and reveals elements that can help to understand this phenomenon. From these studies, we study factors interfering with the choice of young people for a specific Physics degree course in the southern region of Brazil, investigating the nature of these young people's choices. This course maintains a constant dialogue with the community and schools, raising the possibility that the positive experiences of young people from the actions developed by this course may be influencing the decision of young people to study Physics. Results let us answer the following question: Would positive experiences be the determining factor? a questionnaire answered by 65 students who entered a Physics course allows us to endorse the results presented by the reference works and reveal the positive experiences lived during high school as a factor that most influences the choice to be a Physics teacher.

Keywords: Professional choice. High School. Physics teacher. Lived experiences.

Resumen

Este estudio aborda el tema de la elección de los jóvenes para ser docente y los factores que influyen en esta elección, en particular los temas asociados a las vivencias presentes durante el bachillerato. Por lo tanto, el estudio toma como referencia otros trabajos que analizan estas elecciones y revelan elementos que pueden ayudar a comprender este fenómeno. A partir de estos estudios, analizamos los factores que interfieren en la elección de los jóvenes para un curso específico de Licenciatura en Física ubicado en la región sur de Brasil, investigando la naturaleza de las elecciones de estos jóvenes. Este curso mantiene un diálogo constante con la comunidad y las escuelas, planteando la posibilidad de que las experiencias positivas de los jóvenes a partir de las acciones desarrolladas por este curso puedan estar influyendo en la decisión de los jóvenes de estudiar Física. La investigación realizada ofrece una respuesta a la siguiente pregunta: ¿Las experiencias positivas serían el factor determinante? Para responder, el estudio realizamos un cuestionario respondido por 65 sujetos que ingresaron a un curso de Física, cuyas respuestas permiten avalar los resultados presentados por las obras de referencia y revelan las experiencias positivas vividas durante el bachillerato, como factor que más influye en la elección de ser un profesor de Física.

Palabras-Clave: Elección profesional. Escuela secundaria. Profesor de física. Experiencias vividas.

1. Introdução

A escolha por ser professor de Física, não está entre as preferências dos jovens na escolha da carreira profissional. Entre as razões podemos identificar diferentes aspectos, mas, sobretudo, os de natureza social. Estudos como os de UENO (2004), BROCK (2010) e SIMÕES (2013) analisam essas escolhas e nos mostram elementos que podem auxiliar na compreensão desse fenômeno que assola o cenário nacional que é a redução cada vez mais significativa do número de jovens que optam por cursar licenciatura, em especial, a de Física.

Tais estudos que estão descritos na próxima seção, permitiram identificar que experiências positivas (ou negativas) vivenciadas durante o ensino médio, acabam por afetar a escolha profissional. Em outras palavras, os estudos apontam que as escolhas pelo curso têm uma relação direta com o domínio afetivo, estando relacionada a aspectos como: aulas diferenciadas; professores comprometidos e que despertam a atenção dos alunos; presença de momentos marcantes no decorrer do processo de escolarização; e, realização de aulas experimentais. Outros aspectos também se revelam presente no entender dos estudos analisados, tais como o sentimento de autoeficácia e a interferência de pessoas próximas que normalmente são familiares.

Do ponto de vista de DEWEY (1976, p. 28), a experiência afeta o sujeito e “faz-se mais sensível e receptível a certas condições e relativamente imune a outras circunstâncias”. Não só afeta quem passa por ela como também as próximas experiências, o que, para o autor, “modifica quem a faz e por ela passa e a modificação, quer queiramos ou não, a qualidade das experiências subsequentes” (DEWEY, 1976, p. 26). Sobre essa relação de sentimentos, NEUMANN e STRIEDER (2018) nos lembram que para o professor levar o aluno a se apropriar do conhecimento científico, necessita resgatar seus conhecimentos e que isso está vinculado a experiência de vida desse aluno.

Os apontamentos desses autores fornecem-nos margem para pensarmos que os estudantes que optam por escolher ser professor de Física, podem ter vivenciado experiências positivas ao longo de sua educação básica, desencadeando sentimentos que influenciaram sua escolha profissional.

Pensando que os jovens ingressam em um curso de licenciatura em Física motivados por fatores associados à sua formação na educação básica (SIMÕES, 2013) e que essa área apresenta altos índices de evasão (UENO, 2004), podemos pensar se esses aspectos pertencem a um grupo específico de sujeitos ou se revelam presentes em diferentes realizadas. Em outras palavras, o presente estudo parte dos resultados apresentados pelos estudos de UENO (2004), BROCK (2010) e SIMÕES (2013) e busca averiguar que fatores se revelam presentes nas escolhas por ser professor de Física em uma universidade comunitária localizada no norte do Rio Grande do Sul.

Sem entrar na enseada que discute a importância do professor de Física na aproximação dos jovens por seguir essa carreira profissional, nem de investigar as causas do abandono das licenciaturas, tampouco em discutir fatores como a importância social atribuída a profissão, identificamos nos estudos supracitados que muitos se sentem motivados quando vivenciam experiências positivas em relação à disciplina no ensino médio, tais como os sentimentos de compreensão da ciência, visualização dos fenômenos e conceitos estudados em situações cotidianas entre outros. Seriam essas as razões que justificam a escolha por ingressar no curso de Física? Ou há outros fatores que são peculiares a esse curso? De que natureza são as referências adotadas pelos estudantes na escolha por ser professor de Física?

Frente a tais questionamentos buscamos respostas realizando um estudo junto a um grupo de estudantes que optaram por cursar licenciatura em Física em uma universidade que

se caracteriza por desenvolver ações de divulgação científica nas escolas da região e na comunidade em geral. Essas ações peculiares do curso em investigação, são de natureza extensionista e estão representadas por atividades como eventos para observações astronômicas (Olhando para o Céu) e para exposição de equipamentos interativos de Física em uma praça da cidade (Física na Praça). Além desses são realizadas oficinas nos laboratórios de Física da universidade, envolvendo a comunidade escolar frente à discussão dos conhecimentos de Física contextualizados (Física na Cozinha), visitas guiadas nos laboratórios de Física, realização de atividades experimentais com agendamento das escolas, atividades como a competição de foguetes, entre outros. Essas ações, somadas a outros projetos que fazem uma interlocução direta com a Educação Básica, caracterizam o curso de Física e permite torná-lo um lugar de investigação para verificar de que forma os aspectos pontuados pelos estudos de UENO (2004), BROCK (2010) e SIMÕES (2013), se replicam nesse contexto.

2. Marco teórico

Como forma de situar o leitor frente aos aspectos que desencadearam o estudo, apresentamos na sequência os três estudos mencionados na introdução e que serviram de referência para a presente investigação.

O primeiro estudo encontrado foi desenvolvido por UENO (2004) que partiu da problemática relacionada ao baixo índice de aprovação no curso de Física, bacharelado e licenciatura, na Universidade Estadual de Londrina, Paraná, e procurou compreender as razões para isso, chamando a atenção para o fato de essa ser uma característica geral dos cursos de Física no Brasil. O foco do estudo estava em reconhecer quais obstáculos os alunos enfrentam e por que e, apesar disso, ainda permanecem no curso. Foram entrevistados sete alunos, sendo três do primeiro ano do curso e quatro do último ano. As entrevistas possibilitaram identificar discussão sobre as dificuldades relacionadas à resolução de problemas em Física e o relacionamento entre

aluno e professor. Esse trabalho revelou que as escolhas dos estudantes começam em diferentes etapas de suas vidas, podendo ser alimentada pelas relações estabelecidas com professores orientadores. Além disso, o estudo aponta como fundamental para a permanência no curso os laços que os alunos fazem no decorrer desse curso.

Esse trabalho, apesar de não trazer uma investigação específica com alunos do ensino médio, revela que as escolhas dos alunos começam em diferentes etapas de suas vidas, estão vinculadas às relações mantidas com professores orientadores e apontam como fundamental para a permanência no curso os laços que os alunos fazem no decorrer desse curso. Esses são elementos elencados que justificam uma permanência, mas não fornecem pistas sobre a opção pela carreira, o momento anterior às dificuldades impostas pela graduação.

Partindo dessa premissa inicial, o professor e as experiências positivas vivenciadas são importantes na escolha. Encontramos outro estudo, mais próximo da nossa primeira questão formulada: o desenvolvido por BROCK (2010). A autora procurou compreender os fatores que determinam ou influenciam os jovens de ensino médio a optarem pela licenciatura em Física. A hipótese inicial da autora confirmou-se nos resultados, qual seja: a fonte de maior influência seria a atitude dos professores de Física, uma vez que “são geralmente estes que apresentam esta ciência aos estudantes do nível médio e informam a eles mais ou menos diretamente as dificuldades da profissão” (BROCK, 2010, p. 10). Para o desenvolvimento da pesquisa, foram consultados cerca de 200 alunos de 16 escolas públicas e privadas na cidade de Porto Alegre, por meio de um questionário que investigou “o porquê da aceitação ou rejeição por uma futura carreira de educador em física” (BROCK, 2010, p. 39).

O resultado do estudo pontuou que, sob o ponto de vista endógeno da escola, os alunos sentem-se motivados a cursar Física quando a aula é ministrada por professores que realizam

atividades diferenciadas, fazem uso de experimentação e conseguem contextualizar seu ensino. Em contrapartida, a utilização de metodologias apoiadas na matematização dos fenômenos, a falta de proposição de investigações, ausência de atividades experimentais, dificuldades no relacionamento professor-aluno foram apontadas como causas que distanciam o aluno da Física; por conseguinte, distanciam da possibilidade de ser professor de Física. Por fim, o estudo revelou que, fora do contexto escolar, as questões que mais influenciam estão associadas à opinião dos pais e à valorização profissional.

Dessa forma, a autora revela alguns elementos que influenciam os jovens rumo ao magistério, mencionando que:

Ainda que um estudante tenha aptidão e interesse em ser professor de Física, este interesse é influenciado pela forma como a Física chega até ele, que depende em parte da escola e do professor, e em parte da opinião da sociedade e de seus familiares, que podem levar até ele ideias equivocadas ou distorcidas e preconceituosas, afastando-o da vocação. Ser professor, sem que se tenha gosto pelo trabalho educativo, certamente não é uma boa ideia, mas, se houver aptidão e apreço pela educação, as habilidades podem ser aperfeiçoadas (BROCK, 2010, p. 54).

Acreditamos que, mesmo aquele profissional de sala de aula apaixonado pelo que faz, ao se deparar com as intempéries da profissão, acaba tendo dificuldades em canalizar seus esforços para um bom desempenho. Outro ponto importante que nos fornece essa conclusão, para podermos lapidar nosso problema de pesquisa, diz respeito ao fato de os futuros discentes da licenciatura ingressarem impulsionados por esses elementos afetivos, sem ter a consciência dessas intempéries da carreira. Podemos nos questionar, ainda, se eles estão cientes dessas dificuldades e até mesmo se existe consciência sobre as dificuldades da graduação que apresentam elevados índices de evasão.

Na aproximação com o problema, relatamos a pesquisa desenvolvida por SIMÕES (2013), que

buscou entender como aspectos vinculados ao domínio afetivo interferem na escolha da carreira profissional de professor de Física. O autor parte da indagação: “quais são os fatores afetivos envolvidos na escolha da carreira de professor de Física?” (SIMÕES, 2013, p. 26). No refinamento da investigação, procura responder à seguinte questão: “qual o papel dos professores de Física do ensino médio na escolha da carreira de professor de Física?” (SIMÕES, 2013, p. 26). Para o estudo, o autor parte do entendimento de que o domínio afetivo é composto por construtos como crenças de auto eficácia. A pesquisa foi desenvolvida com 26 alunos que cursavam Física em duas instituições de ensino superior: Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Federal de Itajubá.

Como resultado, o estudo constatou que a autoeficácia – tanto do ponto de vista da Física quanto do ponto de vista do querer ser professor – é importante, porém não mais decisivo que o próprio interesse. Para o autor, o professor de Física é um dos principais responsáveis por desenvolver emoções positivas que influenciam na escolha da carreira.

Isto é evidenciado [a importância do professor na escolha da carreira] quando observamos que dezessete (17) licenciandos declararam terem criado vínculos de amizade com seus professores ou que admiravam a figura deles. Acreditamos que, nessa situação, o professor atua como espécie de catalizador de emoções positivas e do interesse, levando ao surgimento do interesse duradouro (a escolha da carreira) por parte desses alunos (SIMÕES, 2013, p. 117).

Além do professor, as atividades de laboratório são ressaltadas como marcantes de emoções positivas e que, de certa forma, criaram a expectativa de revivê-las durante um curso de licenciatura em Física. Dentre os aspectos apontados por essa pesquisa, destaca-se: os estudantes conferem a si mesmo a escolha por esse ofício, ou seja, atribuem a causas internas e vinculadas às suas emoções (REEVE, 2006) e crenças de autoeficácia (SELAU; ESPINOSA; ARAUJO; VEIT, 2019), na disciplina. Tais

aspectos, que podem ser incentivados pelos professores do ensino médio, acabam sendo as razões apontadas pelo estudo como determinantes para a escolha profissional.

3. Descrição metodológica

O presente estudo apoia-se em um estudo de natureza qualitativa, embora subsidiado por dados quantitativos. A questão central está na interpretação desses dados e não apenas em seus resultados. Neste sentido, como apontam BOGDAN e BIKLEN (1994), a pesquisa qualitativa é um referencial para estudos no campo educacional. Além disso, o estudo caracteriza-se como um “estudo de caso” que como citado por MERRIAM (apud BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 89), “consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico”. Um estudo de caso é uma forma encarnada da exploração qualitativa que consiste em uma análise, simples ou complexa, de uma determinada unidade que se encaixa em um todo. Em outras palavras, o ponto de partida é que dentro de um sistema existe algo com aspecto peculiar, que mantém semelhanças com outros sistemas, mas ainda assim mantém uma característica com certa propriedade em particular, algo com um “valor em si mesmo” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 17). Importante salientar que esse modo de exploração, mesmo estando atento às particularidades e às semelhanças em relação ao todo, consistem em permitir uma generalização para outros sistemas ou unidades.

As escolhas e os aportes teóricos mencionados levam a estruturação da pesquisa recorrendo ao uso de questionário via Google Formulário, cujo foco estava em investigar características dos sujeitos que realizaram matrícula no primeiro nível do curso de Física em estudo, após terem realizado vestibular. O período selecionado para o estudo inicia no ano de ingresso da primeira turma e encerra no ano em que a presente pesquisa foi desenvolvida, ou seja, de 2004 a

2017. O ingresso no curso de Física é anual e ocorre no primeiro semestre de cada ano, via vestibular. A relação dos alunos foi obtida na secretaria do curso e os e-mails por meio de contato individual com os alunos via rede social ou recorrendo ao e-mail informado pelo aluno no momento de sua matrícula. Do universo de 427 alunos que já realizaram matrícula no curso nas condições especificadas, foi contatado 137, sendo que 65 responderam o questionário e tornaram-se os sujeitos do estudo. Destacamos ainda, que esses alunos foram consultados sobre o interesse em participar da pesquisa e autorizaram a divulgação dos seus dados. A eles foi esclarecido que se tratava de uma pesquisa acadêmica, sendo-lhes garantido o anonimato.

O questionário elaborado continha um conjunto de questões que buscaram identificar características dos sujeitos e a relação das experiências vivenciadas com a decisão por ser professor de Física. Sobre o uso de questionários, GIL (1987) salienta que é uma ferramenta indicada quando se deseja obter dados da vida social, informações referentes a fatos passados, questões relacionadas a razões de certas crenças ou mesmo para perguntas sobre sentimentos.

O questionário foi estruturado com vinte questões fechadas, que buscaram identificar elementos que permitissem discorrer sobre as características do grupo e os fatores que influenciaram a tomada de decisão por cursar Física. O questionário foi estruturado com as questões distribuídas em cinco blocos que estão apresentadas na Tabela 1 a seguir. Nela identificamos o bloco de questões e seu objetivo, bem como o tópico contemplados em cada item do questionário.

Conforme mencionado, o número de respondentes foi de 65 constituindo-se na população do estudo ($n = 65$). Para discorrer sobre os resultados obtidos optamos por apresentá-los na forma de texto, com indicações de valores absolutos, e, em alguns casos utilizamos gráficos ou tabelas.

Tabela 1. Questionamentos realizados na primeira etapa do estudo.

Bloco	Tópico investigado	Objetivo
1 - Identificação pessoal e com a profissão	1. Endereço eletrônico e nome	Verificar experiências em docência antes de ingressar no curso.
	2. Profissão	
	3. Etapa do ensino que teve contato com Física	
	4. Experiência em “ser professor” antes da graduação	
	5. Qualidade da experiência com ensino	
2 - Eficácia e desempenho na disciplina	6. Dedicção nas aulas de Física na educação básica	Verificar as crenças que os estudantes apresentam sobre a eficácia e desempenho na disciplina de Física durante a educação básica.
	7. Desempenho em Física	
3 - As aulas de Física na educação básica	8. Frequência das atividades experimentais	Examinar a percepção dos estudantes sobre as aulas de Física na educação básica.
	9. Aulas atrativas	
	10. Diversidade metodológica	
	11. Interesse pela Física	
4 - Experiências positivas vivenciadas	12. Experiências positivas em relação a Física	Obter informações sobre experiências positivas vivenciadas pelos estudantes com relação a Física.
	13. Episódios vivenciados positivamente em relação a Física	
	14. Identificação do episódio	
5 - Influência na escolha pelo curso	15. Existência de episódio que influenciou a escolha profissional	Identificar quais estudantes optam por realizar o curso de Física motivados por experiências positivas vivenciadas em relação a essa Ciência.
	16. Identificação do episódio	
	17. Demais fatores que influenciaram a escolha por cursar Física	
	18. Escolha consciente em relação ao curso	
	19. Fator decisivo pela escolha profissional	
	20. Identificação do fator mais expressivo	

Fonte: AUTORES, 2018.

Conforme mencionado, o número de respondentes foi de 65 constituindo-se na população do estudo ($n = 65$). Para discorrer sobre os resultados obtidos optamos por apresentá-los na forma de texto, com indicações de valores absolutos, e, em alguns casos utilizamos gráficos ou tabelas.

4. Resultados da investigação

Os resultados obtidos com a aplicação do questionário estão dispostos segundo os cinco blocos apresentados na Tabela 1, cuja análise é objeto da próxima seção.

4.1. Primeiro bloco: identificação dos sujeitos e com a profissão docente

A primeira questão apresentada voltava-se a identificação dos sujeitos que participaram do estudo. Esse dado teve relevância para a continuidade da pesquisa como será relatado nas considerações finais. Na questão seguinte, verificamos o exercício profissional dos investigados, sendo que 24 estão atuando como professor de Física, 20 atuam fora da área e 21 são estudantes.

A terceira pergunta começou a adentrar mais profundamente no foco de investigação e

consistiu de uma pergunta com duas opções de escolha. O objetivo estava em verificar onde foi o primeiro contato com a disciplina de Física: ensino médio ou fundamental. Como resposta obtivemos que 30 investigados tiveram o primeiro contato no ensino médio, 33 no ensino fundamental e dois no ensino superior.

Juntamente com o primeiro contato com a disciplina de Física, buscamos investigar se essas pessoas tiveram algum tipo de experiência ligado com a docência, ainda estando na educação básica. Para isso, organizamos a quarta questão sendo que dos 65 respondentes, 34 relataram ter tido algum tipo de contato. Na sequência, a quinta questão complementava a anterior e possibilitava aos investigados especificar como ocorreu esse contato. A questão que era respondida apenas por aqueles que tiveram atividade de ensino durante sua educação básica, como, por exemplo, os que cursaram magistério, foi estruturada com cinco opções que buscou avaliar qual o sentimento em relação a essa experiência. As alternativas variavam do muito negativo até muito positivo, incluindo a opção “não tenho opinião”. Dos 34 que relataram na questão anterior ter experiência na docência, 23 apontaram que ela foi positiva, nove mencionaram ter sido muito positiva, uma negativa e uma muito negativa.

4.2. Segundo bloco: eficácia e desempenho na disciplina

O segundo bloco de perguntas diz respeito a visão de si com respeito a eficácia, o desempenho e a dedicação pessoal na disciplina de Física durante a educação básica. Duas questões foram usadas para esse mapeamento, ambas envolvendo cinco alternativas que variavam de sentimentos negativos até positivos, incluindo, no caso da questão número 6, a opção de “não lembro”. Para essa questão que foi a primeira desse bloco, obtivemos o escore de 21 pessoas que se consideraram ótimos alunos em Física, 33 que julgaram ser bons alunos, dez atribuíram o conceito de regulares e um que mencionou ser péssimo em Física.

A próxima questão investigou o rendimento na disciplina, sendo que 23 assinalaram terem ótimas notas, oito rendimentos médio na disciplina, três relataram ter sido ruim ou muito ruins. O montante de 30 investigados indicou a classificação de serem bons em Física.

4.3. Terceiro bloco: as aulas de Física na educação básica

Nesse bloco realizamos quatro questões e pretendíamos identificar como os participantes enxergavam a metodologia dos seus professores de Física e se julgavam a aula atrativa. As quatro questões estavam organizadas de forma a apresentar cinco alternativas de respostas.

A oitava questão e primeira desse bloco, indagou sobre a frequência com que os alunos tinham aulas envolvendo atividades experimentais em Física na educação básica. Dos 65 respondentes, 23 apontaram que não tiveram aulas práticas/experimentais, 11 indicaram a opção de ser uma vez por semestre, 14 de ser duas a quatro vezes por semestre, cinco com aulas semanais, três com aulas quinzenais e nove informaram não lembrar.

Na sequência e na nona pergunta, a preocupação estava com o quanto os alunos julgavam atrativas as aulas de Física. Do total, dois apontaram que não era nenhum pouco atrativas as aulas, 22 que eram pouco atrativas, 26 julgaram ser normalmente atrativas, dez muito atrativas e cinco sempre atrativas.

A décima pergunta foi estruturada como complementar as duas anteriores na qual indagamos quanto a diversidade metodológica das aulas de Física. Como resposta obtivemos que 18 apontaram que era sempre a mesma em todas as aulas, 18 que era quase sempre igual, 23 que mudavam esporadicamente, 5 que mudavam frequentemente e um que era muito variada a metodologia dos seus professores. Na sequência indagamos sobre o interesse pela área da Física, sendo que dez mencionaram gostar pouco de Física na educação básica, 25 gostar muito, nove apontaram ser a área de maior interesse e uma pessoa não manifestou opinião.

4.4. Quarto bloco: experiências positivas vivenciadas

O bloco foi integralizado pelas experiências vivenciadas enquanto estudante no ensino básico com relação a disciplina de Física. Nosso interesse estava em verificar explicitamente as experiências vivenciadas e para isso o bloco foi constituído por três questões de múltipla escolha. A organização das questões teve como linha norteadora a indagação sobre episódios marcantes e elementos relacionados a esses episódios.

A décima segunda pergunta do questionário e a primeira desse bloco, indagava se os alunos haviam vivenciado algum episódio marcante ou uma experiência necessariamente positiva. A

pergunta apresentava opções de resposta “sim” e “não”, sendo que 50 responderam que existiu um episódio marcante em sua trajetória escolar e 15 apontaram não ter tido nenhuma experiência relevante.

A próxima pergunta, dava prosseguimento a essa e deveria ser respondida por aqueles que assinalaram a alternativa “sim” na questão anterior. A pergunta que corresponde à décima terceira, elencava alguns fatores que poderiam ser assinalados pelos respondentes como os vivenciados positivamente, podendo, inclusive, ser assinalado mais de uma opção. A Figura 1 ilustra as respostas dos participantes frente às opções apresentadas.

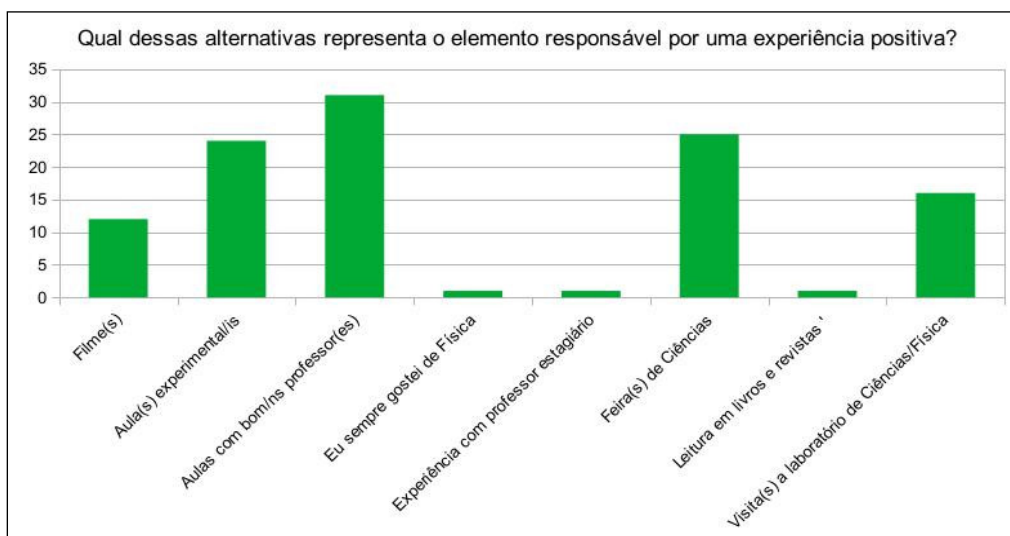


Figura 1. Resultados da questão 13. Fonte: DADOS DE PESQUISA, 2018.

As respostas mostram que o sentimento em relação a Física, as experiências vivenciadas como professores durante os estágios e a leitura em livros e revistas não se revelam os principais aspectos que influenciaram positivamente a escolha por cursar Física. Embora se mostrem aspectos de influência, eles não foram os mais decisivos. Em contrapartida, temos que a presença de professores que favorecem um sentimento positivo como incentivadores, se mostram mais eficazes em termos de levar os jovens a cursar Física. A presença das feiras de

ciências nas escolas, assim como as aulas experimentais também são aspectos favorecedores dessa escolha ou pelo menos de ter um sentimento positivo em relação a Física. No caso das aulas experimentais, vale o registro que metade dos participantes menciona não ter tido contato com esse tipo de atividade no decorrer de sua educação básica, como veremos mais adiante.

O gráfico 2 a seguir indica que a maioria dos respondentes atribuíram a aula com bons experiência positiva. Esse escore foi seguido por

nove que mencionaram as Feiras de ciências com responsáveis e, na sequência as visitas a laboratórios de Ciências/Física, filmes, atividades experimentais, presença de estagiário na turma, leitura de livros e revistas na área e o gostar de Física.

A décima quarta pergunta buscou analisar qual o fator determinante para isso e a Figura 2 ilustra as respostas obtidas, lembrando que nessa deveria ser assinalado apenas uma opção



Figura 2. Resultados da questão 14. Fonte: DADOS DE PESQUISA, 2018.

As respostas indicam que aulas com bons professores são as apontadas, na maioria dos casos, como importantes para proporcionar situações consideradas positivas. Juntamente com as feiras de ciências e aulas experimentais formam a maior parte, corroborando para o que os estudos já citados mostram, que as metodologias variadas e atividades que se diferenciam da aula dita tradicional se constituem como fontes de experiências consideradas positivas. Uma vez que esses episódios ou sequências de episódios podem ser narrados, é possível afirmar que eles proporcionaram experiências formativas, relevantes.

4.5. Quinto bloco: influência na escolha pelo curso

No último bloco investigamos os aspectos que influenciaram a decisão por cursar Física. O intuito principal estava em identificar os estudantes que optam por realizar o curso motivados por experiências positivas vivenciadas

em relação a essa componente curricular da educação básica.

A décima quinta questão que apresentamos aos participantes, continha duas opções de resposta, "sim" e "não" e questionava se algum dos elementos levantados no bloco anterior poderiam ser considerados decisivos na escolha para realizar o vestibular para Física na instituição investigada. Dos 65 respondentes, 37 assinalaram "sim" como resposta e 28 "não".

Essa questão estava acompanhada pela seguinte, décima sexta, que buscava identificar qual ou quais dos elementos do bloco 4 foram mais decisivos na hora da escolha. Na questão poderia ser assinalada mais de uma opção e deveria ser respondida apenas pelos que anteriormente haviam assinalado a alternativa "sim". A Figura 3 expressa o resultado obtido.

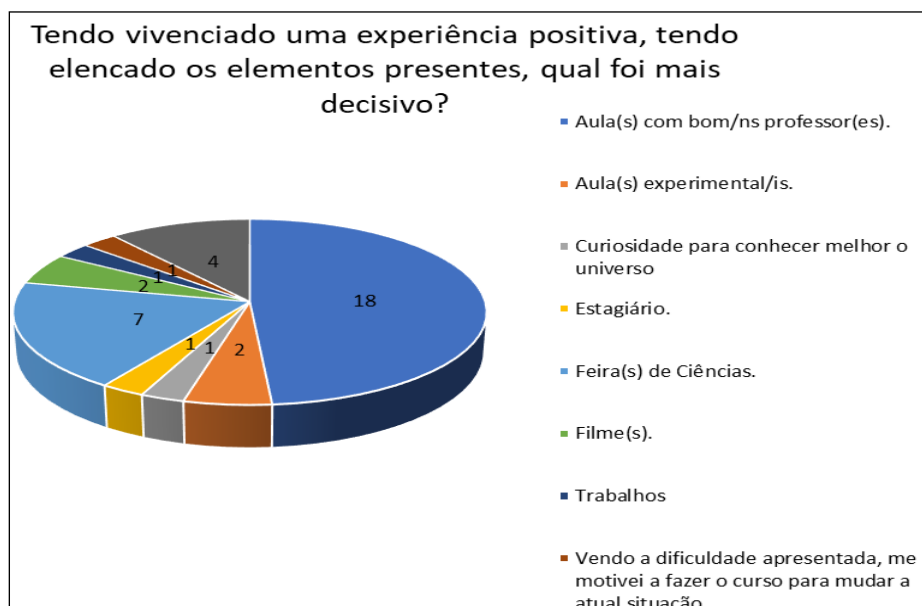


Figura 3. Resultados da questão 16.

Fonte: DADOS DE PESQUISA, 2018.

Enquanto o gráfico anterior aponta vários elementos que seriam responsáveis por experiências formativas, na questão 16 pedimos, dentre todos listados, qual elemento foi mais importante. As aulas com bons professores se destacam como um elemento mais importante no que concerne a vivência de episódios relevantes, ele parece figurar como central por ser ele quem organiza as aulas e também as outras atividades. Isso leva a concluir, que mesmo que os indivíduos que apontaram outros fatores como motivadores, esses mesmos foram propostos e organizados (provavelmente) por um professor, fez parte de uma estratégia didática e uma aula diferenciada por si só, embora no cotidiano ele possa não ser o pivô. Por mais que o gráfico indique uma gama de fatores, todos eles estão relacionados a questões didáticas do professor e revelam a influência que esses têm sobre seus discentes.

A décima sétima questão perguntava sobre a existência de algum outro fator que não estava listado e que foi decisivo na escolha do vestibular. Dos 65 participantes, 50 apontaram existir outro fator(es) inerente(s) a escolha, como o gosto pela Física, de um ponto de vista mais da ciência.

A décima oitava pergunta foi elaborada com intuito de averiguar a consciência, ou a crença de estar consciente sobre a escolha realizada. Dessa forma perguntamos aos participantes se a escolha por realizar o vestibular para Física era consciente. Responderam positivamente 50 pessoas.

A última questão e seguindo as demais, foi estruturada na forma de múltipla escolha, sendo destinada aos que marcaram mais de uma opção na questão 17. O foco estava em buscar mais informações sobre o assinalado e qual dos elementos era o mais relevante na escolha. O resultado está expresso na Figura 4:

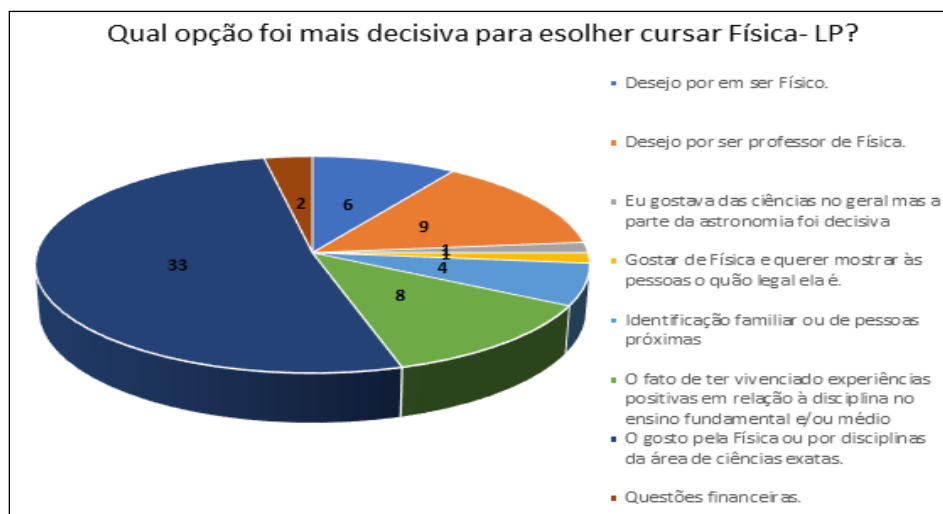


Figura 4. Resultados da questão 20.

Fonte: DADOS DE PESQUISA, 2018.

O gráfico mostra que a maioria dos ingressantes que optaram pelo curso de licenciatura não estavam motivados para ser professor, mas por gostar de Física ou áreas próximas. Isso é um dado que merece maior detalhamento, o que foi realizado na segunda etapa, que deu continuidade ao presente estudo. As repostas obtidas e indicadas no gráfico, também assinalam que nove dos 65 participantes do estudo, ingressaram no curso com o desejo de ser professor. E, ainda, os resultados mostram que 33 dos participantes tinham algum grau de consciência sobre ser professor ou presenciaram situações que levaram a optar por um curso de licenciatura.

5. Discussão dos resultados

Com os resultados obtidos foi possível identificar as características da população que respondeu o questionário. O primeiro fato que chama a atenção é o número de respondentes que não exercem a profissão de professor (20:65). Neste resultado não está diferenciado os que concluíram ou não o curso, por não ser de interesse para a pesquisa, mas independentemente disso, o resultado revela que alguns alunos não permanecem no curso ou ao concluírem acabam não exercendo a profissão. Tais possibilidades estão alinhadas com os resultados apontados no estudo de UENO (2004).

A autora investigou a evasão e o baixo número de alunos que concluem o curso de Física da Universidade Estadual de Londrina, buscando entender a razão pela qual alguns deles, mesmo frente a obstáculos permaneciam no curso. O foco da autora não estava em investigar a evasão, mas os obstáculos enfrentados e a forma como os estudantes enfrentavam esses obstáculos. Um dado interessante do estudo de Ueno é que dos 319 alunos investigados na licenciatura, apenas 22 estavam formados e 77 ainda estavam ativos. No caso do bacharelado na mesma instituição, dos 436 alunos matriculados, 61 já haviam se formado e 67 estavam ativos. Os números apontam que menos alunos concluem o curso de licenciatura em comparação com o bacharelado, o que nos leva a inferir que dentre as dificuldades encontradas pelos futuros professores, pode estar a baixa valorização profissional, frustrando os estudantes com relação a futura profissão.

Embora a pesquisa tenha sido realizada antes de 2004 – ano de conclusão do estudo, os números ainda permanecem atuais como podemos observar nos dados de evasão nas licenciaturas, mais especificamente em universidades federais, indicados por SANTANA (2016). De acordo com o apresentado cerca de 60% dos acadêmicos das licenciaturas evadiram dos cursos no período de 2007 a 2014. Dados que são, no mínimo,

preocupantes com relação a profissão de ser professor.

Por outro lado, existe a questão dos alunos que se mantém na licenciatura e não exercem a profissão após a conclusão do curso, que, pode estar vinculado a desvalorização profissional, como assinalado por SOUZA, BRASIL e NAKADAKI (2017, p. 62):

Enquanto justificativas acerca do abandono, profissionais alegam o alto custo para se manter uma família atualmente, pois ter filhos em um lar que apenas um adulto se encontra empregado, a receber, em média (ano de 2017), R\$ 12,00 por hora/aula, torna-se irrealizável uma vida digna com seus direitos básicos assegurados. Diante disso, surge então a alternativa da dupla jornada de trabalho, ou a incessante busca por obter novos e diferentes cargos, dentro e fora da escola, que viabilizem uma vida social mais segura.

Dessa forma, tanto do ponto de vista da evasão quanto do abandono na carreira, os dados revelados pelo presente estudo (20:65) vêm ao encontro de outras pesquisas que mostram ser essa uma realidade no cenário nacional. A opção pela carreira de ser professor, assim como a de ser professor de Física pode estar sendo prejudicada por questões relacionadas as dificuldades e identificação com a disciplina, mas também e, sobretudo, com relação a desvalorização profissional.

Outro ponto salientado no estudo é que a população se caracterizou pelo julgamento de que são “bons” em Física ou pelo menos eram durante o ensino médio. Dos 65 sujeitos, 44 se consideraram bons ou ótimos e, ainda, 23 assinalaram ter ótimos rendimentos acadêmicos em Física. Pelos resultados, podemos conceber que a maioria dos alunos não só se consideravam dedicados com respeito a postura enquanto alunos como também tinham um bom desempenho. Poucos se consideraram não ser “bons” em Física ou até mesmo apontaram não se dedicar a disciplina ou, até mesmo, não ter um bom rendimento. Sobre isso, SIMÕES (2013) aponta que a crença de autoeficácia com respeito a Física, assim como outros aspectos

relacionados as emoções, são importantes na decisão pela carreira docente. Nossos dados corroboram essa inferência, ao mesmo tempo em que subsidiam a indicação de que muitas vezes os sujeitos creem ser bons baseados nos resultados acadêmicos e isso acaba por influenciar a escolha profissional. Entretanto, precisamos considerar que nem sempre o fato de obter bons resultados acadêmicos revela ter identificação com a área ou mesmo ter uma compreensão dos conteúdos da disciplina.

Sobre isso ressaltamos que, algumas vezes, os resultados das avaliações podem não corresponder com a esse domínio do conteúdo, o que pode acarretar uma imagem distorcida em relação ao ser “bom” em Física. Alternativamente, o contrário, também pode ocorrer. Com relação a primeira situação, muitas vezes cria-se uma imagem de que sou bom em uma determinada disciplina, não em virtude de um julgamento pessoal, mas em relação a um elemento externo, como o fato de receber um elogio ou ir bem em uma prova. Essa relação que está vinculada a identificação de características pessoais acaba por influenciar decisões e em especial escolhas profissionais. Salientamos que o mencionado é objeto de estudo desta dissertação e que será retomado e discutido na continuidade do estudo.

Frente ao exposto, aventamos a possibilidade de que os dados apontados para a questão relativa ao ser “bom” em Física, pode ter sofrido influência e ser decorrente de julgamentos pessoais, acabando por ter consequência no momento em que se deparam com as disciplinas do curso. Esse fato, de certa forma, é evidenciado por SANTANA (2016) quando aponta que existe um ponto de “perda de potência de agir” que pode levar à evasão. Segundo o autor, “essa baixa potência de agir foi devido à perda da apetência, do imaginário e do platonismo sobre o curso construído pelo aluno antes do ingresso” (p. 323). Segue ele mencionando que os alunos que permanecem na licenciatura são os que conseguem fazer a passagem da abstração para o concreto.

No prosseguimento da investigação identificamos outro ponto que se assemelha as discussões anteriores: as experiências positivas vivenciadas e sua relação com a escolha profissional. Conforme apresentado, dos 65 sujeitos, 50 apontaram ter vivenciado alguma situação considerada como positiva em relação a Física, no ensino médio, permitindo inferir que no curso em estudo e para a população selecionada, os candidatos se sentem motivadas em função dessa experiência durante a educação básica. Aqui novamente citamos os estudos de SIMÕES (2013, p. 119-120), que identificou ser esse fato um dos responsáveis pela escolha da carreira de professor de Física: “[...] ao proporcionar atividades que possam ser significativas e que de alguma forma possam trazer emoções positivas aos alunos, agrega-se maior interesse por carreiras voltadas à ciência, em particular à Física”.

Aspecto em que os resultados de Simões e os identificados nas respostas ao questionário deste estudo convergem, ou seja, uma parcela significativa apontou o professor como pivô dessa vivência positiva e se revelou como um dos principais motivos da escolha do curso, juntamente com o bom desempenho e o gosto pela disciplina.

Nas palavras de SIMÕES (2013, p. 121) e com relação aos resultados de seu estudo:

Os licenciandos destacaram diversos aspectos para sua escolha: busca por status, colocação no mercado de trabalho, auto eficácia elevada em atividades da área, emoções positivas vividas sob o contexto da disciplina, entre outras. Porém, em boa parte dessas experiências, esteve presente a figura de um ou de vários professores. Todos os graduandos apontaram algum professor que de alguma forma os marcou positivamente e que, direta ou indiretamente, os motivou a optarem pela licenciatura em Física.

Por outro lado, o estudo apontou que as aulas no ensino médio vivenciadas por esses sujeitos, utilizavam pouca variedade metodológica, destacando-se o pouco uso das atividades experimentais, considerados por muito como um

elemento que motiva os alunos em relação a disciplina de Física (ROSA, 2001). Os dados apresentados como resultado do questionário neste item, reforçam dois pontos importantes. O primeiro destaca o papel do professor na decisão/escolha da carreira profissional pelo curso em que vai prestar vestibular. Mesmo que o pragmatismo metodológico se faça presente e que as aulas sejam consideradas por muitos como sendo “quase sempre a mesma coisa”, ela ainda conseguiu de alguma forma motivar e impulsionar os alunos para a carreira docente, divergindo do apontado por BROCK (2010). A autora mostrou que poucas variações em termos das estratégias didáticas podem ter um efeito negativo no que diz respeito a seguir a carreira: “Parece que é preciso livrar as aulas de física de técnicas didáticas que contemplam apenas a aplicação e memorização de fórmulas, abandonar o método repetitivo que se caracteriza por matéria no quadro e muitos exercícios” (BROCK, 2010, p. 53). Essa inferência da autora se distingue da apontada por SIMÕES (2013) na qual o professor é visto como um elemento motivador para a carreira, enquanto no de BROCK (2010) ele apareceu como pouco motivador.

Do analisado até aqui, destacamos que alguns elementos se revelam importantes de serem considerados na escolha por cursar Física, confirmando estudos já realizados: a crença de ser bom em algo, o professor como motivador e as experiências vivenciadas. Com relação a esse último aspecto - as experiências vivenciadas, temos que a maioria dos alunos apontaram que ela existiu e que influenciou sua decisão. Ao serem questionados sobre a consciência dessa escolha, a maioria dos respondentes assinalou que sim (50:65), afirmando que a escolha por cursar Física foi consciente. Contudo, ressaltamos que ao realizar a pergunta não tínhamos a ambição de analisar o grau de consciência ou de avaliar a compreensão que os sujeitos têm sobre o que é estar consciente de suas escolhas e qual o grau de relação com as experiências vivenciadas.

Assim ao findar a discussão desse estudo, destacamos que as escolhas da população que respondeu o questionário, passam de alguma forma por questões internas, mas podem estar relacionadas a estímulos externos que desencadeiam sentimentos positivos em relação a Física. Dentre eles, o estudo mostrou que ter vivenciado uma situação positiva influencia a escolha, embora não tenha revelado a forma como isso ocorreu.

6. Considerações Finais

O estudo realizado buscou trazer aspectos que possibilitassem identificar fatores que podem ser considerados como determinantes na escolha por ser professor de Física. A partir da leitura e discussão de três estudos realizados na temática, partimos para uma investigação frente a um universo de sujeitos distintos do apresentado nos estudos referência e caracterizados como integrantes de um estudo de caso.

Nesse contexto e frente ao universo selecionado para o estudo, identificamos a presença de fatores que vem ao encontro do apresentado nos estudos de UENO (2004), BROCK (2010) e SIMÕES (2013), embora se diferenciem destes por restringir o estudo a questões mais específicas de tomada de decisão por cursar Física e não por aspectos associados a evasão ou motivação intrínseca e extrínseca para ser professor. Os resultados apresentados trazem a discussão aspectos como as experiências vivenciadas positivamente pelos estudantes durante a educação básica, mostrando que as escolhas estão atreladas a ela. Todavia, o estudo aponta para outro aspecto e que caracteriza a continuidade da presente investigação: ao vivenciar experiências positivas, as escolhas por ser professor de Física, se revelam conscientes? Para esse novo estudo tomamos como recorte os sujeitos que na presente investigação assinalaram que a escolha está atrelada a essas experiências positivas.

Por fim, mencionamos que os problemas da educação são muitos, entre os principais, podemos citar a falta de professores, que está diretamente atrelada ao baixo número de

ingressantes nas licenciaturas, a não valorização (que se refletem na comunicação das intempéries da profissão aos alunos) da profissão e alto índice de evasão no curso superior. É aqui que nossa pesquisa firma sua importância, juntamente com outros estudos é salutar pensar como se dão esses processos de escolha, pois essa investigação permite refletir a cerca de pontos como melhorar a forma como é comunicada a profissão na escola básica, mapear as estratégias do ensino superior que levem ao público os encantamentos da profissão e compreender quais as estratégias para reverta a distância existente entre as duas modalidades de ensino.

7. Referências

- BARROS, M. S. et al. **Excesso de peso entre adolescentes em zona rural e a alimentação escolar** oferecida. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 21, n. 2, p. 201-8, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1414-462X2013000200016>
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto: Portugal, 1994.
- BORGES, T. T. et al. **Conhecimento para fatores de risco sobre doenças crônicas: estudo de base populacional**. *Cadernos Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 25, n. 7, p. 1511-1520, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009000700009> PMID:19578572
- BROCK, C. **A opção profissional pela licenciatura em Física: uma investigação acerca das origens desta decisão**. 127 f. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2010. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3391/1/426659.pdf>>. Visitado em: 04, abr, 2018.

- DEWEY, J. **Experiência e educação**. Companhia Editora Nacional. São Paulo: Brasil, 1976.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas. São Paulo: Brasil, 1987.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Editora EPU. São Paulo: Brasil, 1986.
- NEUMANN, S.; STRIEDER, D. M. Formação de professores em nível médio: um estudo de caso sobre o ensino de Ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v13, n1, pp.120-132, 2018. <https://doi.org/10.14483/23464712.12259>
- REEVE, J.. **Motivação e emoção**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- ROSA, C. T. W. **Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas**. 194 p. Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado em Educação. - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.
- SANTANA, O. A. **Evasão nas Licenciaturas das Universidades Federais: entre a apetência e a competência**. **Educação**, Santa Maria, volumen, 41. número 2, pp. 311-327. 2016. <https://doi.org/10.5902/1984644420199>
- SELAU, F.F.; ESPINOSA, T.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A. Self-efficacy sources and experimental physics activities: an exploratory study. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v41, n2, pp.2019. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0188>
- SIMÕES, B. **Por que tornar-se professor de Física?** 138 p. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Mestrado em Educação Científica e Tecnológica. - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponible en: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107004>>. Visitado en: 09, set, 2018.
- SOUZA, J. B. R.; BRASIL, M. A. J. S.; NAKADAKI, V. E. P. Desvalorização docente no contexto brasileiro: entre políticas e dilemas sociais. **Ensaio pedagógicos**, v1. n2, pp.59-65. 2017. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382007000300013>
- UENO, M. H. **A “tensão essencial” na formação de professores de Física: entre o pensamento convergente e o pensamento divergente**. 150 p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004. Disponible en: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEL_86a5b8315a1f7825d7c4bf3613ae07df>. Visitado en: 22, ago, 2018.



UMA ANÁLISE SOCIOCULTURAL DE DESENHOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS ELABORADOS POR ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

A SOCIO-CULTURAL ANALYSIS OF ELECTRIC CIRCUIT DRAWINGS DESIGNED BY HIGH SCHOOL STUDENTS

UN ANÁLISIS SOCIOCULTURAL DE DIBUJOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS HECHOS POR ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

Fábio Ramos da Silva * , Roberto Gonçalves Barbosa ** 
Alexandre Abraão Muriana da Silva *** , Reginaldo Aparecido Zara **** 

Silva, F., Barbosa, R., Silva, A., Zara, R. (2022). Uma análise sociocultural de desenhos de circuitos elétricos elaborados por estudantes do Ensino Médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(3), pp. 576-589
DOI: ¹<https://doi.org/10.14483/23464712.18333>

Resumo

O presente trabalho expõe uma análise de desenhos de circuitos elétricos, elaborados por estudantes do Ensino Médio de uma escola pública estadual localizada na cidade de Foz do Iguaçu no estado do Paraná, Brasil. Ocorrido em atividades experimentais de Física, a partir das quais se objetivou observar características descritas por Vigotski referentes ao processo de aprendizagem de conhecimentos científicos, como a relação entre os conhecimentos espontâneos e científicos e a influência dos diferentes níveis culturais nessa mesma relação. A metodologia da pesquisa é de natureza qualitativa e empírica, contando também com procedimentos de pesquisa documental. Os dados consistem em 36 desenhos desenvolvidos pelos estudantes durante atividades de ensino por investigação que demandavam a montagem de circuitos elétricos e a sua posterior discussão. Os dados foram analisados mediante a técnica de análise de conteúdo, especificamente análise categorial. Os resultados indicam que os desenhos têm potencial para evocar os conceitos espontâneos dos estudantes e revelar indícios de um processo relacional desses conceitos com os conhecimentos científicos estudados.

* * Doutor em Ensino de Ciência e Tecnologia. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu, Brasil. Email: fabio.silva@ifpr.edu.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0158-1279>

** Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Professor da Universidade Federal do Paraná, Brasil. E-mail: robertobarbosa@ufpr.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0397-4754>

*** Mestre em Ensino. Professor da Secretaria Estadual de Educação do Paraná, Brasil. E-mail: alexandremuriana@yahoo.com.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7470-173X>

**** Doutor em Física. Professor Associado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil. E-mail: reginaldo.zara@unioeste.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9946-562X>

Palavras-Chave: Aprendizagem. Física. Análise de conteúdo. Desenho.

Abstract

This work presents an analysis of electrical circuit drawings elaborated by secondary students from a state public school at Foz do Iguaçu in Paraná State, Brazil, during experimental Physics activities. The goal was to observe the relationships between scientific and spontaneous knowledge and the influences of different cultural levels of the students in this relationship, according to Vygotsky's view, during the learning process. The research methodology is qualitative, with documentary research procedures. Data consist of 36 drawings developed by the students during research teaching activities that required the assembly of electrical circuits and their subsequent discussion. Data were analyzed using the content analysis technique, specifically categorical analysis. Results indicate that drawings elaborated by the students have the potential to raise students' spontaneous conceptions and to reveal evidence of the relational process of these concepts with the scientific concepts studied.

Keywords: Learning. Physics. Content analysis. Drawing.

Resumen

El presente trabajo presenta un análisis de dibujos de circuitos eléctricos elaborados por estudiantes de secundaria de una escuela pública estatal ubicada en la ciudad de Foz do Iguaçu en el estado de Paraná, Brasil, durante actividades experimentales en Física. El objetivo fue observar las características descritas por Vygotsky sobre el proceso de aprendizaje del conocimiento científico, como la relación entre conocimiento espontáneo y científico y la influencia de diferentes niveles culturales en esta misma relación. La metodología de investigación es de naturaleza cualitativa, con procedimientos de investigación documental. Los datos consisten en 36 dibujos desarrollados por los estudiantes durante las actividades de enseñanza de investigación que requirieron el montaje de circuitos eléctricos y su posterior discusión. Los datos fueron analizados utilizando la técnica de análisis de contenido, específicamente el análisis de categorías. Los resultados de la investigación revelan que los dibujos producidos tienen el potencial de evocar conceptos espontáneos de los estudiantes y de revelar evidencia de un proceso relacional de estos conceptos con los parámetros científicos estudiados.

Palabras-Clave: Aprendizaje. Física. Análisis de contenido. Dibujos.

1. Introdução

Alguns trabalhos têm buscado subsídios na psicologia histórico-cultural de Vigotski para a compreensão de processos presentes em situações de educação científica, assim como para o desenvolvimento de proposições didáticas que visam à superação de dificuldades identificadas nos processos de ensino e

aprendizagem (BARBOSA, BATISTA 2018; BOSS, SOUZA FILHO, MIANUTTI, CALUZI, 2012; RAMOS, VERTCHENKO, 2011). Em comum, esses trabalhos valorizam a importância e a riqueza dos aspectos relacionados à linguagem na investigação dos seus objetos de pesquisa.

Dentre as várias maneiras de manifestação da linguagem no contexto da educação científica, alguns pesquisadores destacam os desenhos dos estudantes como fonte de dados que permitem investigar aspectos relacionados à relação dos sujeitos com o processo de ensino do ponto de vista histórico-cultural (BROOKS, 2004; 2005; 2009; PERUCCI, 2020). Nesses casos, os desenhos são considerados instrumentos e/ou sinais culturais que revelam aspectos das relações dos sujeitos com a cultura, tais como os conceitos espontâneos advindos das relações mais imediatas.

O ato de desenhar, de representar esquemas, é muito presente na aprendizagem de alguns conteúdos escolares, sobretudo na área de Ensino de Ciências, particularmente da Física. Dentre eles, podemos destacar o conteúdo de circuitos elétricos, tema pertencente a eletrodinâmica clássica, como um conhecimento no qual a aprendizagem dos conceitos deve acompanhar a aprendizagem de um sistema de símbolos e de regras de representação. Nesse sentido, algumas pesquisas têm investigado a realização de desenhos de circuitos elétricos e as suas implicações no processo de aprendizagem (LABURÚ, GOUVEIA, BARROS, 2009; FRANZONI, LABURÚ, SILVA, 2011); os quais criticam o desprezo da representação simbólica dos circuitos elétricos de certas abordagens de ensino e aprendizagem de Física, e que por isso tornam-se incapazes de promover mudanças conceituais e uma aprendizagem que considere as ideias dos estudantes e a suas relações com o mundo vivencial.

Diante disso, o objetivo da investigação do presente trabalho consistiu em analisar desenhos de circuitos elétricos elaborados por estudantes do Ensino Médio, durante atividades experimentais de Física, estruturadas como atividades de ensino por investigação nas quais se buscou observar características do processo de aprendizagem de conhecimentos científicos apontados por Vigotski, tais como a relação entre os conhecimentos espontâneos e científicos e a influência dos níveis culturais na relação entre os

conhecimentos científicos e espontâneos. Nesse sentido, a necessidade de aprofundar a compreensão dos processos psicossociais envolvidos na aprendizagem conceitual e instrumental de conhecimentos científicos nos levou a analisar as produções gráficas de estudantes na perspectiva de Vigotski. Para isso, nos baseamos na seguinte questão: que elementos típicos da explicação de Vigotski para a aprendizagem humana podem ser percebidos em desenhos de circuitos elétricos desenvolvidos por estudantes durante atividades de ensino investigativas?

Os procedimentos que nos levam a resposta a essa pergunta é precedida por uma exposição do marco teórico-conceitual e social da teoria sociointeracionista ou histórico-cultural do psicólogo russo Lev Vigotski, seus principais elementos, seguidos dos estudos que relacionam os aspectos culturais de sua teoria e a aprendizagem enquanto processo gradual de familiaridade dos sujeitos com signos e significados culturalmente situados, sobretudo com base no marxismo, e também por uma breve discussão das pesquisas que relacionam a perspectiva histórico-cultural de Vigotski com a aprendizagem dos conceitos científicos pelos estudantes a partir da elaboração de desenhos.

2. Contexto histórico e pressupostos teóricos do pensamento de Vigotski

Vigotski foi um psicólogo russo (1896-1934) que viveu em um período de grandes transformações políticas e sociais, dentre as quais podemos destacar a Revolução Russa em 1917, momento em que houve a expansão da educação básica e universitária e um avanço científico e tecnológico extraordinário. Dentre os muitos cientistas russos de destaque na ciência, daquele período, podemos citar o químico Dmitri Mendeleiev (1834-1907) responsável pela organização da tabela Periódica de Elementos Químicos, segundo a ordem de seus pesos atômicos; Ivan Pavlov (1849-1936) fisiologista e ganhador do prêmio Nobel de medicina pelos seus estudos a respeito dos processos digestivos dos animais; Lev Landau (1908-1968) físico-

matemático e ganhador do prêmio Nobel pelas contribuições fundamentais à mecânica quântica e à física de plasmas e George Gamow (1904-1968) cosmologista e astrofísico que teve a colaboração do cosmologista e físico teórico brasileiro Mário Schenberg em um dos seus trabalhos, no qual se "introduziu o neutrino na astrofísica para explicar o colapso estelar, que dá origem ao processo explosivo nas estrelas chamadas novas e supernovas, o processo Urca (*Urca process*)" (ROCHA BARROS, 1991, p.195).

O contexto revolucionário russo também inspirou Vigotski e a sua obra no campo da psicologia. Uma das bases teóricas que influenciaram Vigotski foi o materialismo histórico-dialético do alemão Karl Marx, sobretudo, no que tange à discussão da separação natureza e cultura, humanidade e mundo. Segundo PINO (2000, p. 51),

Ao colocar a questão da relação entre funções elementares ou biológicas e funções superiores ou culturais, Vigotski não está seguindo, como o fazem outros autores, a via do dualismo. Muito pelo contrário, ele está propondo a via da sua superação. As funções biológicas não desaparecem com a emergência das culturais, mas adquirem uma nova forma de existência: elas são incorporadas na história humana.

Tal perspectiva estabelece a unidade dialética entre natureza e cultura e entre pensamento e sociedade, quer dizer, a cultura, seja expressa nas artes ou nas ciências, é resultado de processos cognitivos resultantes das interações humanas socioculturais, ao mesmo tempo em que o meio social é o espaço no qual o sujeito estrutura a si e ao seu pensamento. Nesse sentido, Vigotski relaciona o social aos sistemas de signos sociais, na qual a linguagem, a palavra é considerada um sistema semiótico superior que permite a comunicação cultural e o desenvolvimento cognitivo, emocional e a própria consciência. Desse modo, ele estabelece, segundo PINO (2000), uma diferenciação entre memória natural e memória artificial, a primeira vinculada à percepção sensível resulta da ação direta dos estímulos externos sobre o organismo, enquanto

a segunda mais complexa, funciona através de meios e estímulos criados pelos próprios indivíduos. Um estímulo condicionado pelo que ele chama de signo. Os estímulos culturais diferem dos naturais pela existência de signos que medeiam a interação dos sujeitos com os objetos e com outras pessoas. Em resumo, "[...] enquanto o primeiro traduz a relação imediata e direta do organismo com o meio, o segundo cria entre estes uma relação indireta e mediada, exatamente como ocorre com o instrumento técnico na relação do homem com a natureza" (PINO, 2000, p. 57).

Com isso, Vigotski de maneira inaugural insere o social na psicologia, sobretudo, na dificuldade da área em definir que parte do pensamento é próprio do indivíduo e qual é reflexo do meio social, ou ainda de que maneira o social influencia o pessoal. Nesse sentido, ele pergunta como o meio social age na criança para criar nela as funções superiores que têm origem no âmbito sociocultural. Em contraposição, a Piaget que pensa evolutivamente o desenvolvimento do pensamento em direção à socialização, ele propõe uma compreensão dos processos de conversão das relações sociais em funções mentais (PINO, 2000) que vão ocorrer desde os primeiros anos de vida da criança por meio do que ele denomina de mediação semiótica, que pode ser compreendida a partir de três importantes relações: o social e o cultural; o social e o simbólico e o social e as funções mentais superiores.

Para Vigotski o social é o meio no qual a cultura é produzida, quer dizer, o social fornece as condições de produção material ao mesmo tempo em que condiciona o caráter instrumental, técnico e simbólico da atividade humana. A cultura, portanto, seria tudo o que a humanidade produz em contraposição ao que é oferecido pelo meio natural. Apesar dessa diferenciação entre o natural e o cultural, para Vigotski (WERTSCH, 1985) esses dois entes têm um caráter simbólico que influencia o meio social, quer dizer, somos seres que transformamos o meio natural em meio social e cultural ao mesmo tempo em que somos

influenciados por esse meio. A língua, os utensílios, os alimentos, as artes e as ciências são construções simbólicas, ou sinais artificiais que medeiam a interação dos seres com outros e dos seres com o mundo natural e cultural.

No campo da linguagem, para o qual Vigotski direciona suas reflexões, a palavra carrega dois elementos semióticos, o sinal e o signo, o sinal se refere basicamente a uma forma linguística, enquanto o signo é a significação adotada num dado contexto de enunciação. "O sinal faz parte do mundo dos objetos, constituindo uma entidade de conteúdo invariável. O signo, ao contrário, faz parte do mundo dos sujeitos, constituindo uma entidade móbil e variável em função do contexto enunciativo" (PINO, 2000, p.59), e, portanto, a palavra é uma construção social que carrega as marcas ideológicas, históricas e existenciais de uma determinada cultura, e que constituirão a consciência dos sujeitos. Ora, é o mundo social que condiciona a consciência e não o contrário. Essa é uma afirmação que Vigotski busca diretamente do pensamento marxista, sobretudo, quando afirma que "a natureza psicológica do homem é a totalidade das relações sociais transferidas à esfera interna e tornadas funções da personalidade e formas da sua estrutura" (VYGOTSKI, 1989, p. 59). Em resumo, a investigação dos processos envolvidos na relação entre a linguagem e o pensamento era uma questão crucial para a psicologia na época de Vigotski, que visava a superação das limitações teóricas e metodológicas que desprezavam a sua complexidade.

3 - Aspectos culturais e a aprendizagem em Vigotski

A compreensão de Vigotski a respeito da aprendizagem humana, em especial a aprendizagem de conteúdos escolares, é de que ela se dá por meio de um processo social, envolvendo a cultura, a linguagem, os conhecimentos e os valores humanos. Nessa perspectiva, a forma como se aprende é tão importante quanto o conteúdo da aprendizagem (HOWE, 1996; BROOKS, 2009; CAMARGO,

GALBIATTI, 2021). Desse modo, a natureza social e cultural da aprendizagem vincula-se com os instrumentos que possibilitam as interações entre os sujeitos envolvidos, tais como os sistemas de signos e os artefatos culturais historicamente situados, nesse sentido a linguagem com seu sistema de signos e significados revela-se ser um instrumento cultural por excelência.

A relação da aprendizagem com o processo de desenvolvimento foi outro aspecto de interesse de Vigotski; para ele, a aprendizagem e o desenvolvimento se influenciam de maneira dialética, ou seja, não são processos independentes. Nesse aspecto, Vigotski defende que a aprendizagem sempre precede o desenvolvimento devido à influência da natureza interpessoal da aprendizagem nos processos intrapessoais do desenvolvimento. Isso significa que a aprendizagem possui potencial para alavancar os processos de desenvolvimento, fazendo-os avançar, permitindo aprendizagens cada vez mais complexas (HOWE, 1996). Os processos de aprendizagem e desenvolvimento ocorrem sempre em um contexto social, cultural e histórico que pode se apresentar, principalmente, por meio de três níveis: o nível de interação imediata, o nível estrutural e o nível cultural mais geral; destaca-se que esses níveis coexistem na cultura de maneira simultânea e interdependente (BROOKS, 2004).

O nível de interação imediata compreende as interações diretas entre os sujeitos em um determinado contexto social, cultural e histórico, assim como as interações com artefatos culturalmente relevantes: livros, máquinas de calcular, computadores etc. Nesse sentido, o sujeito age sempre por meio da cultura, mesmo em situações solitárias, como ler um livro ou interagir com uma máquina, pois só é possível construir significado por meio dos instrumentos culturais.

O nível estrutural compreende as interações sociais que se dão mediante estruturas sociais que influenciam culturalmente os sujeitos, como a família, a escola, a igreja, etc. Nesses contextos

os sujeitos interagem de maneira formal e informal com novas ideias e valores culturalmente e socialmente situados.

O nível cultural mais geral compreende as ferramentas fundamentais que se relacionam com a maneira como os seres humanos se constituem como seres históricos e sociais. A linguagem seria um desses instrumentos que refletem a relação mais geral da cultura com os sujeitos. As teorias científicas e o conhecimento humano sistematizado também seriam exemplares desse nível cultural mais abrangente.

Nessa perspectiva, os processos de aprendizagem e desenvolvimento dos sujeitos sempre consideraram a relação dialética entre duas classes de conceitos, os conceitos espontâneos e os conceitos científicos. Os conceitos espontâneos são conhecimentos elaborados, principalmente, nas relações imediatas dos sujeitos com os meios sociais; caracterizam-se por um forte apego às qualidades imediatas destas interações, como formatos, cores, sensações, massa, sonoridade, etc. Os conceitos científicos, por seu turno, são conhecimentos que constituem o nível mais geral da cultura, compondo as estruturas das teorias científicas e do conhecimento humano sistematizado, o que demanda processos de escolarização para a sua aprendizagem. Vale lembrar que Vigotski tem uma compreensão ampla do que vem a ser um conceito científico, não os restringindo aos conceitos das ciências experimentais (HOWE, 1996). BEZERRA (2001), tradutor de uma das obras de Vigotski para a língua portuguesa, discorre sobre a compreensão de Vigotski,

Nos estágios inferiores, onde ele localiza os conceitos espontâneos, o sistema de conceitos dispõe de meios de descrição simples da realidade empírica. Nos estágios superiores, onde se localizam os conceitos científicos, formam-se conceitos mais amplos pelo conteúdo, não mais relacionados a exemplares particulares de uma classe de fenômenos e sim a toda uma classe de fenômenos. Já não se limitam a descrever, mas explicam os fenômenos (BEZERRA, 2001, s. p.).

Assim, o processo de aprendizagem consiste na interação entre os conceitos espontâneos e científicos, modificando os significados atribuídos pelos sujeitos nas suas relações com a cultura, em seus níveis imediato, estrutural e geral. Nesse sentido, a análise do processo de aprendizagem demandará a consideração da utilização de instrumentos culturais capazes de mediar a relação entre os conceitos espontâneos e científicos, tais como a linguagem escrita, sinalizada e falada, representações gráficas, desenhos, etc.

3.1 Investigando a aprendizagem de conceitos científicos por meio de desenhos na perspectiva histórico-cultural

Uma linha de pesquisa tem buscado compreender o processo de aprendizagem de conceitos científicos por meio de estratégias de investigação que incorporam as ideias de Vigotski acerca da aprendizagem e do desenvolvimento humano. Elegendo os desenhos e o ato de desenhar como instrumentos ou expressões culturais que podem expressar relações entre os conhecimentos espontâneos dos sujeitos e os conceitos científicos mediados em situações escolares (BROOKS, 2004; 2005; 2009; PERUCCI, 2020).

Nesse sentido, BROOKS (2004) investigou como os desenhos de crianças sobre o processo de desenvolvimento de uma lagarta forneciam evidências da influência das interações dos estudantes com os níveis culturais imediatos, estruturais e gerais no processo de aprendizagem do conceito científico de lagarta. A mesma autora (BROOKS, 2009) pesquisou o potencial do ato de desenhar sombras como um meio para identificar transformações nas formas de pensar e perceber esse fenômeno, destacando as relações entre os conhecimentos espontâneos e científicos, e na ênfase dada à comunicação entre os estudantes e a professora. BROOKS (2005) refletiu também sobre como o desenvolvimento de desenhos sobre fontes de luz contribui para esclarecer o papel que os diálogos interpessoais e intrapessoais tiveram na maneira com que as crianças passaram a entender o fenômeno e os

artefatos. No ensino médio, PERUCCI (2020) enfocou a criação de desenhos de estudantes sobre processos celulares como uma maneira de criar metáforas e desvelar relações entre os conhecimentos espontâneos e científicos.

Em síntese, esses trabalhos apostam na potencialidade do processo de desenvolver desenhos em situações de ensino como uma maneira de fortalecer o envolvimento dos sujeitos com o contexto da aprendizagem. Invocando os conhecimentos espontâneos, incentivando o estabelecimento de diálogos interpessoais e intrapessoais e a relação dos estudantes com vários níveis da cultura envolvida.

4. Contexto de aplicação da pesquisa

Os dados analisados nesta pesquisa são provenientes de uma dissertação de mestrado (SILVA, 2017) na qual doze estudantes do Ensino Médio participaram de atividades relacionadas com a montagem e investigação de circuitos elétricos. As atividades faziam parte de um projeto extraclasse e contemplava 12 estudantes das três séries do Ensino Médio de uma da Escola pública estadual localizada no município de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. Os estudantes participantes possuíam de 15 a 18 anos de idade. As atividades tinham como objetivo a investigação e a construção de hipóteses sobre aspectos básicos de eletrodinâmica por meio de situações investigativas (AZEVEDO, 2004) em que os estudantes planejavam, construía e testavam circuitos elétricos, usando elementos reais e simuladores computacionais, visando à compreensão de conceitos básicos da eletrodinâmica.

Metodologicamente, as atividades investigativas consistiram em três momentos: primeiro, os alunos manipulavam dispositivos elétricos reais e montavam arranjos experimentais de acordo com as propostas ou desafios sugeridos pelo professor; em seguida, exploravam os circuitos propostos em um simulador computacional e, por fim, os

estudantes voltavam ao laboratório e tentavam montar os circuitos propostos.

As situações de investigação que desafiavam os estudantes foram apresentadas por meio de questões (SILVA, 2017). O primeiro desafio tinha como proposta a montagem de um circuito que fosse capaz de ligar uma lâmpada, como descrito na instrução: “Debata com seus colegas propostas de circuitos feitos com esse material de forma a acender uma lâmpada e registre seus esquemas na forma de desenhos (SILVA, 2017)”. A segunda situação de investigação consistia em montar um circuito com duas lâmpadas que possibilitasse acendê-las em conjunto e separadamente, como descrito nas questões: “Como poderiam ser feitas as ligações para acender duas lâmpadas ao mesmo tempo com os materiais descritos na situação 1²? (SILVA, 2017)” e “usando interruptores, é possível construir um circuito com duas lâmpadas de forma a acionar (acender ou apagar) cada lâmpada individualmente? (SILVA, 2017)”. A terceira situação apresentava o desafio de montar um circuito com três lâmpadas de modo que elas fossem ligadas em simultâneo, conforme a questão: “Como seriam as ligações para acender três lâmpadas ao mesmo tempo com os materiais descritos na situação 1? (SILVA, 2017)”. A figura 1 apresenta os materiais que estavam disponíveis aos estudantes.



Figura 1 - Materiais disponíveis aos estudantes.

² A situação 1 corresponde à situação da questão anterior.

Legenda: (1) multímetro digital; (2) placa de contato elétrico; (3) lâmpada incandescente que opera em 12 V; (4) interruptores comumente utilizados em abajures; (5) soquete utilizado comumente em lâmpadas incandescentes e econômicas (fluorescentes ou de LED) e (6) Fonte de tensão utilizadas em computadores do tipo ATX.

Fonte: (SILVA, 2017).

Uma etapa de planejamento precedia os momentos de manipulação dos circuitos, ou seja, o primeiro momento descrito anteriormente. Nessa etapa prévia, os alunos refletiam, discutiam entre si e faziam desenhos das suas proposições. Os desenhos produzidos durante o planejamento constituem o material que é analisado neste artigo. A opção por investigar essas representações, a partir de Vigotski, baseou-se na expectativa de que os desenhos trouxessem informações a respeito dos conhecimentos espontâneos dos estudantes e indícios das relações entre os conhecimentos espontâneos e os científicos.

5. Abordagem metodológica

A metodologia da pesquisa possui uma abordagem qualitativa e empírica e que conta também com procedimentos da pesquisa documental (BOGDAN, BIKLEN, 2013). Considerando as etapas descritas na seção anterior, para analisar os desenhos produzidos pelos estudantes partimos da seguinte questão: que elementos típicos da explicação de Vigotski para a aprendizagem humana podem ser percebidos em desenhos de circuitos elétricos desenvolvidos por estudantes durante atividades de ensino investigativas?

A amostra analisada foi composta por 36 desenhos registrados na dissertação de SILVA (2017) e utilizou-se o método de análise categorial de BARDIN (2016) como técnica analítica. Nesse sentido, os desenhos foram considerados como as unidades de registro e os elementos explicativos de Vigotski para a

aprendizagem humana, como a relação entre conceitos espontâneos e científicos e os níveis de relação social, foram tomados como unidades de contexto.

Assim, três categorias emergiram por indução: 1 - representações de conceitos espontâneos; 2 - representações de conceitos espontâneos-científicos e 3 - representações de conceitos científicos. A categoria 1 agrupou os desenhos que traziam elementos que costumam estar relacionados com os conhecimentos espontâneos, como o apego às qualidades materiais e a não identificação de um sistema; esses elementos também são característicos das relações que os humanos costumam realizar no primeiro nível de interação social, ou seja, o contato mais imediato com a cultura. A categoria 2 representa os desenhos nos quais percebe-se uma relação entre as características dos conhecimentos espontâneos e a emergência de rudimentos de um sistema lógico; pode-se inferir nesses desenhos a influência mais marcante do segundo nível de interação social, a escolaridade estruturada, nas representações. A categoria 3 traz os desenhos nos quais se dá prioridade à representação de conceitos científicos em conformidade com os modelos científicos vigentes e com a socialização desses pela educação escolar. Esses desenhos representam a influência do terceiro nível de interação social, ou seja, com a cultura de uma maneira mais geral, como as teorias científicas.

Tais agrupamentos coincidem com as categorias propostas por BARBOSA e BATISTA (2018) que para além das mencionadas incluiu também a dimensão criativa. E é com base nessa categorização que ratificamos os parâmetros descritos para classificar e compreender os desenhos dos estudantes. O quadro 1 apresenta um paralelo entre as categorias dos dois trabalhos.

Quadro 1. Paralelo das categorias do trabalho com as de BARBOSA e BATISTA (2018)

Categorias de Barbosa e Batista (2018)	Descrição geral	Categorias da pesquisa	Descrição específica aos desenhos/Imagens
Explicação espontânea ou não-reprodutora	Não utiliza conceitos ou ideias científicas. Trata-se de um estágio consciente (do saber espontâneo) e não-consciente (do saber científico). Aqui o estudante não dirige a sua atenção para os seus atos de pensamento, mas para o objeto a que se refere.	Representações de conceitos espontâneos	Desenhos que trazem elementos que costumam estar relacionados com os conhecimentos espontâneos, como o apego às qualidades materiais e a não identificação de um sistema.
Explicação quase-reprodutora	Utiliza conceitos científicos-escolares, jargão, mas se concentra em outros aspectos que o campo de conhecimento científico despreza. Durante esse estágio, o estudante está na zona de transição entre o pensamento consciente e não consciente do saber científico e do saber espontâneo.	Representações de conceitos espontâneos-científicos	Desenhos nos quais percebe-se uma relação entre características dos conhecimentos espontâneos e a emergência de rudimentos de um sistema lógico; pode-se inferir nesses desenhos a influência do segundo nível de interação social, a escolaridade estruturada, nas representações
Explicação reprodutora ou imitação alienante	Utiliza conceitos científicos- escolares, jargão e se concentra em aspectos considerados pelo campo de conhecimento científico para explicar os fenômenos. Esse é um estágio em que o estudante tem consciência do saber científico, e passa a recorrer conscientemente a esse pensamento e à sua linguagem.	Representações de conceitos científicos	Desenhos nos quais se dá prioridade à representação de conceitos científicos em conformidade com os modelos científicos vigentes e com a socialização desses pela educação escolar; esses desenhos representam a influência do terceiro nível de interação social, ou seja, com a cultura científica, tais como as teorias científicas.
Explicação reprodutora-criativa ou imitação não-alienante	Utiliza os conceitos e ideias da Física por meio de sua própria linguagem. Nesse estágio, o estudante tem consciência dos seus próprios processos mentais (distingue conhecimentos científicos e espontâneos), mas tem o potencial para ir além da	-----	-----

	fala do outro, isto é, ele se volta para o “eu”, o que o leva à resignificação dos conhecimentos científico-escolares.		
--	--	--	--

Fonte: Os autores.

6. Análise dos resultados

Neste momento, considerando as categorias apresentadas, passamos a classificar e a caracterizar os desenhos produzidos pelos estudantes. A categoria ‘representação de conceitos espontâneos’ compreendeu os desenhos que se caracterizaram por um forte apelo às qualidades imediatas dos aparatos e instrumentos disponíveis, como cores, formatos, tamanhos, informações escritas, etc. A figura 2 traz um exemplar dessa categoria.

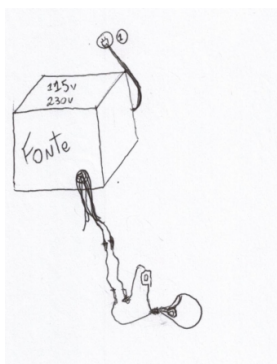


Figura 2 - Desenho de um circuito categorizado como representação de conceitos espontâneos.

Fonte: dados da pesquisa.

O desenho fez parte do planejamento da situação 1, ou seja, a montagem de um circuito que permitisse o funcionamento de uma lâmpada. O desenho destaca a reprodução de qualidades imediatas dos materiais presentes; no caso da fonte, ela é um cubo, é identificada pela palavra fonte. Há a reprodução de informações da diferença de potencial da rede a qual ele deve ser ligado, um emaranhado de fios que acompanham os fios de contato, assim como o desenho da tomada que liga à rede. Ou seja, há uma riqueza de detalhes advindos da relação primeira dos estudantes com os materiais e com a questão a

ser investigada; pode-se perceber essa mesma característica na representação da lâmpada e dos fios de contato. Parece que não há uma clareza dos elementos que participam do desafio de se fazer a lâmpada funcionar, tem-se a impressão de que tudo é importante. A presença da tomada da fonte no desenho dá pistas do conhecimento espontâneo que provavelmente organizou esse planejamento, ou seja, a percepção vivencial da necessidade de se ligar algo na rede elétrica para que funcione.

Assim, pode-se inferir que o processo de desenvolvimento da figura 2 teria evocado conhecimentos dos sujeitos que foram classificados por Vigotski como conceitos espontâneos, ou seja, conhecimentos presentes na cultura e que são socializados mediante relações imediatas com o meio social. Vigotski destaca que esses conhecimentos são importantes nos processos de aprendizagem, denotando a forma como os sujeitos se relacionam e interpretam a realidade.

A categoria ‘representações de conceitos espontâneos-científicos’ corresponde aos desenhos que representam tentativas de esquematização, trazem rudimentos de geometrização e um menor detalhamento das suas partes constituintes. A figura 3 apresenta um desses exemplares.

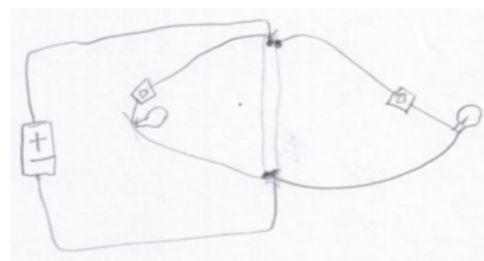


Figura 3 - Desenho categorizado como ‘representações de conceitos espontâneos-científicos’

Fonte: dados da pesquisa.

Percebe-se que uma parte do desenho se estrutura de uma maneira geométrica, um retângulo, e a outra parte é desenhada de uma forma mais livre. A fonte é representada como uma pilha química, com os polos positivo e negativo. A placa que liga as lâmpadas à fonte é apresentada de maneira esquemática. As lâmpadas se parecem com reproduções dos elementos reais. O desenho se caracteriza por uma mistura entre elementos esquematizados e elementos reproduzidos, por exemplo, a fonte é esquematizada, difere do objeto real manipulado, traz a diferença de potencial que é essencial para o circuito. A placa de contato contém a representação apenas dos seus pontos funcionais, já as lâmpadas parecem reproduções dos objetos em si.

A figura 3 mostra certo descolamento da reprodução dos materiais reais manipulados, como a ausência da tomada da fonte, a presença apenas dos fios de contato essenciais e a relativa falta de detalhismo no desenho dos componentes. Percebe-se algumas características que apontam para a influência de um conhecimento advindo do processo de escolarização, como a tentativa de geometrização da figura e a presença da diferença de potencial, que é essencial em um circuito. Assim, as representações avançam da reprodução dos materiais físicos para a comunicação de aspectos que estão ligados ao funcionamento do circuito, como a diferença de potencial. Pode-se inferir que o desenho em questão traz marcas da influência das relações sociais estruturadas com a cultura, como o trabalho investigativo no laboratório da escola no caso.

A figura 4 apresenta mais um exemplar da categoria ‘conceitos espontâneos-científicos’.

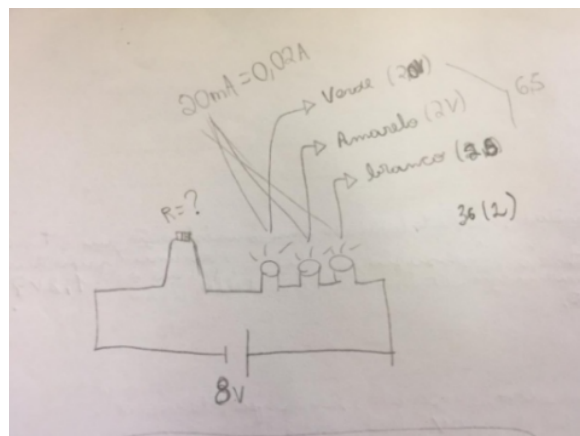


Figura 4 - Um exemplar da categoria ‘conceitos espontâneos-científicos’.

Fonte: dados da pesquisa.

A figura 4 traz uma representação que integra elementos advindos das qualidades materiais dos componentes do circuito, como as lâmpadas e as suas cores, com elementos advindos do processo de escolarização, como a representação da diferença de potencial da fonte (a representação da fonte se torna mais abstrata em relação às figuras 3 e 2) e o formato retangular do circuito. Pode-se inferir que o desenho representa relações entre os conceitos espontâneos e os científicos, mesclando elementos advindos dos níveis de interação imediato e estruturado.

A categoria ‘representações de conceitos científicos’ compreende os desenhos que são representações esquemáticas semelhantes às encontradas nos livros didáticos de Física e reproduzidas nas aulas escolares. A figura 5 traz uma dessas figuras:

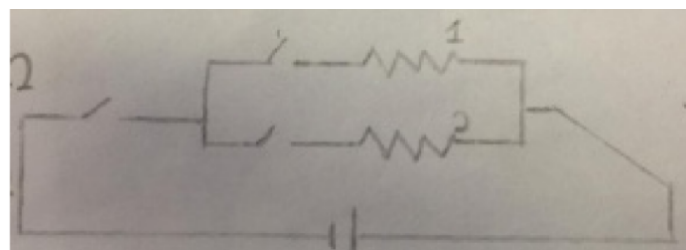


Figura 5 - Desenho classificado como ‘representação de conceitos científicos’.

Fonte: dados da pesquisa.

A figura 5 é um planejamento para o desafio 2 proposto pelo professor, ou seja, montar um circuito que permita ligar duas lâmpadas de maneira independente. Os estudantes representaram os elementos do circuito de uma maneira genérica, destacando a sua função no circuito e desprezando as suas qualidades materiais particulares. As lâmpadas são representadas pelo símbolo de resistor e a fonte pelo símbolo da fonte geradora de diferença de potencial. Pode-se inferir que essa representação é estruturada pelo conhecimento fundamental para o funcionamento de um circuito elétrico, ou seja, a relação entre a diferença de potencial de potencial elétrico, a resistência elétrica e a corrente. Esses conceitos científicos trazem a influência das interações sociais nos níveis estrutural e mais geral da cultura, segundo Vigotski.

6.1 Discussão dos resultados

Os resultados da pesquisa permitem algumas reflexões acerca da função dos desenhos como instrumentos culturais e como elementos explicativos da aprendizagem a partir de Vigotski. Os desenhos, assim como todas as ferramentas culturais, trazem marcas das relações dos sujeitos com a cultura. Nesse sentido, o ato de desenhar em atividades de ensino pode ajudar os aprendizes a refletir e a externalizar os seus conhecimentos espontâneos, visando ao estabelecimento de relações com os conceitos científicos.

Por exemplo, as figuras 2 e 5 parecem representar coisas distintas. A figura 2 representa a relação dos sujeitos com o mundo das coisas, dos objetos que ligamos e desligamos, que possuem formas, cores, etc. A figura 5 baseia-se na relação dos sujeitos com o mundo da teoria, do simbólico e do sintético. Em outras palavras, os desenhos representam as relações dos sujeitos com a cultura nos seus níveis imediato (figura 2) e geral (figura 5) (BROOKS, 2004); embora sejam desenhos totalmente diferentes, eles são representações de um mesmo processo (montar circuitos elétricos em um laboratório).

Os desenhos podem ser compreendidos também como instrumentos que comunicam aspectos relativos ao processo de aprendizagem dos estudantes. Ou seja, instrumentos que demonstram algumas relações entre os conceitos espontâneos e os científicos. Nesse sentido, as figuras 3 e 4 parecem representar um esforço em relacionar conceitos científicos com espontâneos; os desenhos trazem aspectos essenciais da teoria como diferença de potencial, resistência e corrente e elementos que remetem aos objetos reais.

Nesse sentido, uma reflexão a respeito do ensino da eletrodinâmica parece ser pertinente. Costumeiramente, os processos de ensino e aprendizagem baseiam-se em representações de circuitos que evocam as relações dos sujeitos com o nível mais geral da cultura; esses desenhos podem encobrir os conceitos espontâneos dos estudantes, não os evocando, dificultando o estabelecimento de relações e, conseqüentemente, da aprendizagem. Os autores sugerem que os estudantes sejam encorajados a representar de modo mais livre circuitos elétricos que eles venham a manipular ou observar como uma maneira de comunicar elementos psicossociais ligados ao nível mais imediato da cultura. A mesma sugestão é apontada por LABURÚ, GOUVEIA e BARROS (2009) e FRANZONI, LABURÚ e SILVA (2011) a partir de outras reflexões teóricas. Retornando aos resultados deste trabalho, as categorias trazidas neste artigo podem ajudar os professores na compreensão dos desenhos realizados pelos estudantes, sinalizando processos de aprendizagem ou de diferentes níveis de interação cultural com a ciência ou com a cultura geral e imediata.

No que se refere à aprendizagem, os desenhos dos estudantes expressam diferentes níveis de pensamento-desenvolvimento relativos aos circuitos elétricos estudados que embora distintos não podem ser classificados como de menor ou maior aprendizagem ou desenvolvimento mental. Isso porque na concepção psicológica histórico-dialética e/ou sociointeracionista de

Vigotski os diferentes níveis de aprendizagem não são concebidos como algo linear e homogêneo, ao contrário, eles são diversos, sobretudo, em razão da heterogeneidade social e cultural dos sujeitos. Características ou potenciais individuais que resultam de sua condição de existência, ou seja, do contexto sociocultural de onde eles advêm, da linguagem que utilizam e também de sua condição econômica, dimensões que devem ser reconhecidas e respeitadas.

7. Considerações finais

Esta pesquisa analisou desenhos de circuitos elétricos sob a perspectiva de VIGOTSKI (2007) e seus seguidores (BROOKS, 2004), apostando na potencialidade dos desenhos como ferramentas culturais que podem evocar relações dos sujeitos com a cultura. Neste trabalho, reforçamos a importância de atividades investigativas que originaram os desenhos e mobilizaram os estudantes em seus diferentes níveis de desenvolvimento imediato.

Os resultados da pesquisa, assim como os fundamentos teóricos descritos, podem ser interessantes para futuras investigações que focalizem as representações de situações de aprendizagem científica. Bem como para professores que dão relevo ao ato de desenhar em suas aulas de ciências; nesse sentido, as categorias criadas podem ser um referencial para a análise dos desenhos produzidos pelos estudantes e um subsídio para a organização de atividades didáticas dos docentes.

Com relação aos limites da pesquisa, destacamos que a dissertação que originou os desenhos (SILVA, 2017) não tinha como objetivo analisar os processos de desenvolvimento dos mesmos. Assim, não foi possível investigar em detalhes a evolução dos desenhos, ou seja, como evoluem de uma categoria a outra, como nos estudos conduzidos por BROOKS (2004; 2005; 2009).

8. Referências

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino por Investigação: problematizando as Atividades em Sala de Aula**. Thomson. São Paulo: Brasil, 2004. pp. 19-34.
- BARBOSA, R. G., BATISTA, I. L. Vygotsky: um referencial para analisar a aprendizagem e a criatividade no ensino da Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 18, n.1, p. 49-67. 2018. DOI: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201818149>
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. Lisboa: Portugal, 2016.
- BEZERRA, P. Prólogo do tradutor. In: VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2001.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora. Porto: Portugal, 2013.
- BOSS, S. L. B.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J.J. Inserção de conceitos e experimentos físicos nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise à luz da teoria de Vigotski. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 289-312. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140318>
- BROOKS, M. Drawing: The social construction of knowledge. **Australasian Journal of Early Childhood**, Londres, v. 29, n. 2, p. 41-49. 2004.
- BROOKS, M. Drawing as a unique mental development tool for young children: Interpersonal and intrapersonal dialogues. **Contemporary Issues in Early Childhood**, Londres, v. 6, n. 1, p. 80-91. 2005.
- BROOKS, M. What Vygotsky can teach us about young children drawing. **Contemporary**

Silva, F., Barbosa, R., Silva, A., Zara, R. (2022). Uma análise sociocultural de desenhos de circuitos elétricos elaborados por estudantes do Ensino Médio.

- Issues in Early Childhood**, Londres, v. 1, n. 1, p. 1-13. 2009.
- CAMARGO, E. P.; GALBIATTI, D. A. O conhecimento em Vigotski: uma contribuição à compreensão do referencial histórico-cultural. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 16, n. 1, p. 128-139. 2021. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.15931>
- FRANZONI, G.; LABURÚ, C. E.; DA SILVA, O. H. M. O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, Tandil, v. 6, n. 1, p. 33-43. 2011.
- HOWE, A. C. Development of science concepts within a Vygotskian framework. **Science Education**, Hanover, v. 80, n. 1, p. 35-51. 1996.
- LABURÚ, C. E.; GOUVEIA, A. A.; BARROS, M. A. Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: Uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 24-47. 2009.
- PERUCCI, L. R. **Produção de múltiplas representações semióticas para apropriação de conteúdos de biologia celular no ensino médio**. pp. 159. Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2020.
- PINO, A. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 71, pp. 45-78. 2000.
- RAMOS, T. C.; VERTCHENKO, L. Uma abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de física geral para os cursos de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, p. 01-09. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100016>
- ROCHA BARROS, A. L. Schenberg: Nada que é Humano lhe era Estranho. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 11, n. 5, 1991.
- SILVA, A. A. M. **O ensino por investigação em laboratório aberto como proposta didática no ensino de eletrodinâmica**. pp. 124. Mestrado em Ensino – Centro de Educação, Letras e Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2017.
- VIGOTSKI, L. S. **Formação social da mente**. Martins Fontes. São Paulo: Brasil, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. **Concrete Human Psychology**. Soviet Psychology, Moscou, v. 22, n. 2, p. 53-77, 1989.
- WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the Social Formation of Mind**. Harvard University Press. Cambridge: Estados Unidos, 1985.



ESTÉTICA Y SIMETRÍA EN LAS CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE ESPACIO EN LA MECÁNICA NEWTONIANA

AESTHETICS AND SYMMETRY IN THE ALTERNATIVE CONCEPTIONS OF SPACE IN NEWTONIAN MECHANICS

ESTÉTICA E SIMETRIA NAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS DE ESPAÇO DA MECÂNICA NEWTONIANA

Flaviston Ferreira Pires * , José Alves da Silva **

Pires, F.; Silva, J. (2022). Estética y Simetría en las concepciones alternativas de espacio en la mecánica newtoniana. *Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp. 590-606 . DOI: [1https://doi.org/10.14483/23464712.18779](https://doi.org/10.14483/23464712.18779)

Resumen

Pretendemos contribuir a la formación inicial de los profesores de ciencias, investigando los conceptos de estética y simetría presentes en algunos conceptos alternativos en la mecánica newtoniana. Luego de realizar una búsqueda bibliográfica y una revisión historiográfica sobre los conceptos de estética y simetría en las leyes de Newton y conceptos alternativos sobre el tema, implementamos una secuencia didáctica en una asignatura básica de física de una carrera de ciencias, con el fin de descubrir en que forma estos elementos de estética y simetría estaban presentes en los conceptos alternativos planteados por los estudiantes, con más énfasis en el concepto de espacio. Basando el marco teórico en fundamentos metodológicos relacionados con la rutina escolar. Los datos fueron recolectados a través de producciones textuales, grabaciones de clases, apuntes en los cuadernos de la bitácora del investigador y una prueba. Sistematizamos las categorías de resultados encontrados mediante análisis de contenido. Encontramos una fuerte presencia de aspectos de estética y simetría en estas concepciones, especialmente en la discusión del espacio, en particular por su fuerte relación con los sentidos físicos (visión, sobre todo).

Palabras-Clave: Estética. Formación del Concepto. Espacio. Formación del profesores

Abstract

This work aims to contribute to the initial training of science teachers by investigating the concepts of aesthetics and symmetry present in some alternative conceptions of

* Master en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PECMA). Universidade Federal de São Paulo. Diadema. Brasil. E-mail: ton.fpires@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1329-1399>

** Doctor en educación. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Departamento de Ciências Exatas e da Terra. Universidade Federal de São Paulo. Diadema. Brasil. E-mail: jose.alves@unifesp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5597-8645>

Fecha de recibido: enero de 2022. Fecha de publicado: julio de 2022

Newtonian mechanics. We developed a didactic approach to a discipline of physics in higher education, in a science course, trying to discover how these elements of aesthetics and symmetry were present in the alternative concepts brought up by students enrolled in this discipline. For that, we carried out bibliographical research on the concepts of aesthetics and symmetry in a historiographical review of Newton's laws and alternative concepts. A methodological foundation related to the school routine as a theoretical framework was used. Data collection was through textual productions, recordings of classes, notes in diaries, and a test. The analysis was made following the content analysis method. The results suggest a strong presence of aspects of aesthetics and symmetry in these conceptions, especially about space, in particular, due to their relationship with the physical senses (vision, especially).

Keywords: Aesthetics. Concept construction. Space. Teacher training

Resumo

Pretendemos contribuir com a formação inicial de professores de ciências por meio da investigação dos conceitos de estética e simetria presentes em alguns conceitos espontâneos na mecânica newtoniana. Após realizarmos uma pesquisa bibliográfica e uma revisão historiográfica acerca dos conceitos de estética e de simetria nas leis de Newton e dos conceitos espontâneos sobre o tema, implementamos uma sequência didática em uma disciplina de física básica de um curso de licenciatura em ciências, de modo a descobriremos de que maneira esses elementos de estética e de simetria estavam presentes nos conceitos espontâneos trazidos à tona pelos estudantes (com mais ênfase no conceito de espaço). Usando fundamentos metodológicos relacionados ao cotidiano escolar como marco teórico. Os dados foram colhidos por meio de produções textuais, gravações de aulas, anotações em diários do pesquisador e com os resultados de um teste. Sistematizamos as categorias de resultados encontrados por meio da análise de conteúdo. Constatamos forte presença de aspectos de estética e de simetria nessas concepções, especialmente na discussão de espaço, em particular devido à sua relação com os sentidos físicos (visão, sobretudo).

Palavras-Chave: Estética. Formação de Conceitos. Espaço. Formação de professores.

1. Introducción

Los estudiantes tienen conflictos cognitivos que superar, entre la adquisición de conocimientos específicos de la propia física científica, enseñados formalmente, y los conocimientos que surgen de la física alternativa (la llamaremos concepciones), intrínsecos al individuo, construidos a partir de sus experiencias con y en el mundo. Con el profesor en formación, esto no

parece ser diferente. En varios individuos, estas concepciones - referidas en este artículo como 'alternativas'¹² - están fuertemente incorporadas a la estructura cognitiva, haciéndolas altamente resistentes a la enseñanza:

[...] niños y adolescentes se desarrollan espontáneamente y traen al aula conceptos sobre fenómenos físicos. Las investigaciones han demostrado que estas concepciones, en forma de

² Entre los otros nombres asignados, hay misconceptions, además de “alternative frameworks”, “alternative conceptions”, “children’s Science etc”. (ZYLBERSTAJN, 1983, p, 2).

expectativas, creencias, principios intuitivos y significados atribuidos a las palabras, abarcan una amplia gama de conceptos que forman parte de los planes de estudio de las asignaturas científicas (ZYLBERSTAJN, 1983, p. 1; traducción nuestra).

Más adelante, prosigue el autor, respecto a estas concepciones:

[...] les proporciona una comprensión personal de esta realidad, influyendo en la forma en que estos estudiantes aprenden (o no aprenden) los conceptos que se les enseñan (ZYLBERSTAJN, 1983, p. 2; traducción nuestra).

BACCON (2010) incluso señala que las concepciones alternativas pueden tener tres orígenes: a) sensorial, que tiene como objetivo dar sentido a las actividades cotidianas, por ejemplo, la idea intuitiva de fuerza; b) cultural, que se origina en el contexto social (en la vida social de las personas); c) educativas, provenientes de materiales y actividades didácticas). En el caso de la física, varias de estas concepciones fueron mapeadas en sus diferentes subáreas, la mayoría de ellas muy similares pese las diferencias culturales en los muchos países (ZYLBERSTAJN, 1983). En efecto, los estudios sobre estas concepciones tuvieron una fuerte proyección en los años 1970 y 1980 e influyeron decisivamente en la proposición de formas de enseñanza que parecían innovadoras desde entonces, como es el caso de las distintas corrientes del constructivismo (VILLANI, PACCA, 1997) o estudios vinculados a Vygotsky (CASTRO, 2019). Este trabajo se centró en los estudios ya realizados en la subárea de la física denominada mecánica (DRIVER, 1989), particularmente en los conceptos involucrados en las leyes de Newton, discutidos en los trabajos de WATTS, Zylberstajn (1981), CLEMENT (1982), PEDUZZI, PEDUZZI (1985) y BACCON (2010).

Así que, buscamos asociar, en este trabajo, las discusiones de estas concepciones alternativas sobre algunos conceptos de la mecánica, en particular las leyes de Newton, con las relacionadas con la estética y la simetría en el espacio (MENEZES, 2005), que detallaremos a continuación.

2. Marco Teórico sobre estética y simetría en física.

A partir de las interacciones con el mundo, el alumno porta conceptos estéticos que “penetran el reconocimiento y fundamento de una nueva forma de ver, vivir, sentir - uno mismo, los demás, la vida, la naturaleza, las actividades humanas” (QUADROS, 1986, p. 22; traducción nuestra). Estos conceptos guían la formación de la estructura del pensamiento del individuo.

Al investigar el origen del término estética, notamos que se relaciona con la percepción y las sensaciones, con algo que actúa sobre el ser humano dentro de su interpretación del mundo, en una perspectiva de que “el hombre frente al mundo es un intérprete” (QUADROS, 1986, p.188; traducción nuestra). El ser humano percibe, siente el mundo y lo interpreta buscando algún sentido. Entonces hay un carácter estético, es decir, productivo, formador, inventor, en todo el movimiento del conocer. Y esta estética

[...] está en donde exista alguna actividad humana, de cualquier orden, dimensión o nivel. [...] cuando el ser humano hace algo, hace un pensamiento, una acción o un logro, un trabajo, o cualquier otra operación, en este hacer siempre pone, de alguna manera, su sensibilidad, su gusto, su singularidad, su colorido, su estilo, su "aísthesis", su ser estético. (QUADROS, 1986,p. 38 y 39, comillas en el original; traducción nuestra).

Se basa, por tanto, en la estética, para aprender y reaprender a ver el mundo interpretándolo. Ninguna teoría natural se formula de forma aislada, siempre dependiendo de quién la contempla, así como de las hipótesis y cuestiones estéticas internas que este individuo trae consigo (KANT, 1993). Por todo ello, entenderemos, a lo largo de este trabajo, la estética como "la visión, el gusto, las percepciones y demás acciones que surgen de nuestros sentidos, y las interpretaciones que atribuimos a las cosas", siendo la simetría uno de sus principales elementos.

SFORNI (2004) señala que la adquisición de conceptos científicos específicos involucra niveles de organización del pensamiento, pero advierte que apropiarse de su contenido,

concepto y forma de interacción con la realidad no es un proceso simple, ya que requiere una mediación intencional sobre dos aspectos: empírico (observable; relativo a los sentidos físicos como la visión, por lo tanto) y abstracto. Todo ello para construir una estructura de pensamiento basada en “conocimientos significativos, que es lo que transforma el instrumento cognitivo del alumno, ampliando tanto el contenido como la forma de su pensamiento” (SFORNI, 2004, p. 2); nuestra traducción). ABRIL Y VILLAMARIN (2008) también revelan cómo el aprendizaje de conceptos físicos está directamente asociada con la formación del pensamiento. Una investigación de cómo los conceptos estéticos y simétricos son formulados por el sujeto, lo cual se relaciona con la forma en que percibe y construye los conceptos sobre los fenómenos cotidianos, puede contribuir a identificar indicios de cómo podría ocurrir la formación de la estructuración del pensamiento científico en los estudiantes.

En física, existen registros de la búsqueda de un determinado patrón estético en diferentes momentos de su construcción histórica, particularmente en la cuestión de la simetría, como señala MENEZES (2011):

las simetrías son esenciales en las teorías de la física, desde las comprensiones clásicas del espacio y el tiempo, cuya homogeneidad y uniformidad explican las discusiones sobre las cantidades de movimientos y energía. [...] (MENEZES, 2005, p. 90-91, traducción nuestra).

La importancia de esta simetría se puede ver, sobre todo, en el análisis de los tres principios de conservación de la física: el de la conservación de la cantidad de movimiento lineal, el de la cantidad de movimiento angular y el de energía. En este trabajo, enfatizaremos el principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal. Este análisis se puede hacer con más propiedad si discutimos qué es la estética y la simetría en la concepción inicial de la ciencia con respecto a las propiedades del espacio. Para MENEZES (2005), como todos los puntos son equivalentes, podemos decir que el espacio es homogéneo, es decir, tiene exactamente las

mismas propiedades en cualquier punto. La homogeneidad revela una simetría del espacio. La existencia de un campo gravitacional, a su vez, establece la pérdida local de homogeneidad, es decir, provoca una asimetría. Esta asimetría del espacio (que podría estar provocada, por ejemplo, por la gravitación) es la responsable de condicionar el desarrollo y movimiento de la corteza terrestre. Por razones prácticas, las cosas aquí en la Tierra se construyen siguiendo planos horizontales que, idealmente, son homogéneos, es decir, tienen la equivalencia de la gravedad y el requisito de compensar fuerzas con la misma intensidad en todos los puntos para mantener el equilibrio estático (considerando equipotenciales en el límite de la curvatura terrestre como equipotenciales en un plano horizontal ideal); mientras que los planos verticales tienen su equivalencia de puntos rota por la gravedad. Por estas razones, cuando realizamos un lanzamiento oblicuo de una piedra, la componente horizontal de la velocidad se mantiene mientras haya variación en la vertical. Es importante señalar que la horizontalidad o verticalidad de un plano presupone la existencia de un plano de referencias, y que suponer su existencia es también un agente que rompe la homogeneidad del espacio, ya que atribuye arbitrariamente diferentes propiedades a estos puntos, anteriormente absolutamente iguales.

El espacio tiene otra simetría notable llamada isotropía. El espacio vacío, tanto de materia como de campos, es isotrópico, es decir, no tiene una dirección privilegiada. Así, la existencia del campo gravitacional terrestre, por ejemplo, rompe tanto la homogeneidad como la isotropía del espacio en la componente vertical. La existencia de cualquier campo rompe la isotropía.

La homogeneidad y la isotropía del espacio estuvieron en el origen de las proposiciones de Newton, quien consideraba este espacio vacío e infinito, teniendo solo una pequeña parte - infinitesimal - ocupada por materia, por cuerpos que se mueven libre y perfectamente, sin dificultades ni resistencias, en y a través de ese

espacio ilimitado e insondable. KOYRÉ (1965), afirma que el mundo newtoniano se compone principalmente de vacío; THACKRAY (1968) está de acuerdo en que, para Newton, "el Universo era una entidad casi completamente vacía"(reproducido en COHEN, WESTFALL (2002, p. 120); McGUIRE, RATTANSI (1966) afirman que Newton tuvo fuertes influencias de los platónicos de Cambridge, que creían en un espacio vacío y absoluto. De aquí que inferimos que el espacio newtoniano tenía algunas propiedades, como la vacuidad, el infinito y la homogeneidad.

En un manuscrito de la Royal Society, fechado en 1702, Newton escribió:

La fuerza del argumento es que, si la naturaleza de las cosas se limitara a cualquier dirección, los cuerpos más distantes [...] no permanecerían en equilibrio, sino que, por su propia gravedad, se moverían hacia las cosas internas [...] como si fuera el lugar más bajo (McGUIRE, RATTANSI, 1966, p. 114. Traducción nuestra).

Así, el espacio newtoniano no presentaba un centro definido para el Universo, ni limitaba direcciones específicas para el movimiento de los cuerpos. De esta forma, podemos deducir que el espacio newtoniano también era isótropo. Y es a través de él que tuvieron lugar las interacciones y los movimientos de toda la materia. Aunque la introducción del vacío - contrariamente a la filosofía del pleno cartesiano - resultó en varias complicaciones físicas e incluso metafísicas, como la existencia de la nada y la acción a distancia; su concepción [del vacío] permitió a Newton dar un paso más allá de sus contemporáneos, uniendo, simultáneamente, "la continuidad del espacio y la discontinuidad de la materia" (COHEN, WESTFALL, 2002, p. 91; traducción nuestra) - quizás, uno de los más importantes dentro de la filosofía newtoniana.

Además de ser homogéneo, isotrópico, vacío e infinito, el espacio de Newton poseía una 'armonía' que representaría la causa real del

movimiento de cuerpos masivos por todo el Universo (McGUIRE, RATTANSI, 1966). La proposición de esta armonía es una herencia que Newton recibió de los pitagóricos, los sacerdotes egipcios y miembros de sociedades secretas (FORATO, 2008). Según McGUIRE, RATTANSI (1966), Newton afirmó que Pitágoras descubrió, a través de la experimentación, la relación de la inversa del cuadrado en las vibraciones de las cuerdas; y que extendió esta relación a los pesos y la distancia de los planetas en relación al Sol.

Es a partir de esta concepción del espacio vacío, homogéneo, isotrópico, infinito y regido por la armonía, en el que se producían interacciones y movimientos, que Newton encontró el escenario para la formulación y presentación de sus leyes³.

La primera ley de Newton se conoce como principio de inercia. Es la formalización de ideas nacidas de pensadores medievales (MARTINS, 2012), e influencias de Galileo y otros pensadores, como René Descartes. En la Antigüedad, Aristóteles decía que concebir el estado de inercia significaría definir que un sistema estaría en reposo. Newton, sin embargo, se ancló a los pensadores que creían que el estado de reposo era solo un caso particular de inercia (MARTINS, 2012; NEVES, 2000). La primera ley pregunta qué debería decirse de un sistema aislado dinámicamente con respecto a su movimiento como un todo, abstrayendo su orientación y la disposición interna de sus partes (WHITEHEAD, 1925). Las propiedades absolutas del espacio newtoniano, descrito hasta ahora como homogeneidad y armonía, implican que un movimiento inerte no tiene por qué cambiar este estado. Newton atribuyó una especie de "resistencia" a este estado de movimiento. Por tanto, es el movimiento de la materia el que revela la simetría del espacio (MENEZES, 2005). El espacio puro diseñado por Newton, sin la interacción de rupturas de simetría como la gravitación, o la acción de fuerzas externas al sistema, es homogéneo, lo que implica la conservación del estado de movimiento de

³ Newton describió sus leyes como "axiomas", es decir, "consideró que estas leyes no debían probarse, sino

usarse como supuestos no probados para probar otras proposiciones" (MARTINS, 2012, p. 6).

cualquier cuerpo. “Esto significa mantener en reposo lo que está en reposo, o mantener la dirección y el valor de velocidad de lo que se está moviendo” (MENEZES, 2005, p. 41). Nótese que este movimiento inercial fue considerado por Newton como 'el movimiento de referencia' (MARTINS, 2012; traducción nuestra), es decir, el perfecto, sin influencias externas, utilizado como estándar para analizar los demás - que serían tratados, por lo tanto, como roturas de esa perfección.

La segunda ley presenta la actividad de los cuerpos en movimientos no inerciales y implica directamente la formulación del concepto de fuerza. Para llegar a este concepto, Newton posiblemente necesitó utilizar el plano cartesiano, sumado a la adopción de un marco inercial para, a partir de éste, relacionar dos entidades físicas: espacio y tiempo, en el que la variación de la primera en relación con el segundo daría lugar al concepto de velocidad. Hasta aquí, el razonamiento no ha diferido de los estudios del movimiento ya conocidos en aquel entonces.

Sin embargo, la adopción del sistema de referencia, o plano espacial que se asemeja al vértice de un cubo, una figura que deriva de un cuadrado, nos pareció una cuestión estética muy pertinente, ya que la comprensión de un mundo en el que las cosas parecen ser rectangulares, o de alguna forma geométrica derivada, nos guía para construirlo de esta manera⁴. La propia geometría euclidiana - fundamental en el plano cartesiano, en el uso de líneas rectas y basada en tres dimensiones - guía la existencia de un mundo en el que el formato cuadrado parece guiar el entendimiento humano y, por tanto, es el formato 'más natural' dentro de las construcciones. El siguiente paso de Newton fue considerar la masa como una cantidad física inherente a la naturaleza de los cuerpos materiales, que

⁴ Cuando miramos el horizonte, lo vemos como una línea recta. Cuando miramos la superficie de un lago, parece plana. Los troncos de los árboles normalmente parecen ortogonales al suelo de la tierra. Nos parece que una buena razón para esto es que el uso de formas

permanecía invariable a lo largo de todos los cambios de movimiento, estableciendo, además de la cantidad de materia, la dificultad de cambiar el estado de movimiento. Esta definición le permitió establecer cuál sería la cantidad de movimiento (WESTFALL, 1995) y, en consecuencia, el concepto de fuerza. Cabe mencionar que, según JAMMER (1979), la segunda ley del movimiento no la entendió Newton como algo que le haría llegar al concepto de fuerza, que era un concepto que se le había llegado a priori, intuitivamente y, en última instancia, en analogía con la fuerza muscular del ser humano.

La aplicación de una fuerza externa puede cambiar el estado de movimiento de un cuerpo material. La cantidad de movimiento cambiado tiene un valor relativo, que depende del observador. Esto significaría “un cambio local en la simetría del espacio en el que se produce ese movimiento” (MENEZES, 2005, p. 44; traducción nuestra). La actuación de una fuerza externa provoca un cambio local en la simetría del espacio, y esta ruptura en la simetría espacial configura la segunda ley de Newton.

La tercera ley establece la imposibilidad de generar movimiento en un solo cuerpo, ocurriendo pares de fuerzas de la misma dirección e intensidad, pero de direcciones opuestas, con el fin de mantener la homogeneidad del espacio resultando, por tanto, la ley que más evidencia la teoría de Newton. Criterio estético y simétrico relacionado con las propiedades del espacio: desde su homogeneidad, éste “implica, por consiguiente, la imposibilidad de generar movimiento de translación en un solo objeto, siendo inevitable generar, en al menos dos objetos, movimientos opuestos” (MENEZES, 2005, p.43).

En resumen, la homogeneidad es una propiedad simétrica del espacio que establece una

rectangulares (como el cuadrado) equilibra la gravedad. Además, según MENEZES (2005), aunque raro, el cuadrado es una de las figuras geométricas más sencillas, simétricas y estéticamente perfectas que tenemos en la naturaleza.

comprensión de las leyes de Newton en el movimiento de traslación. El mantenimiento del estado de movimiento de un objeto no sometido a fuerzas es lo que se denomina la primera ley de Newton. La ruptura de la simetría espacial, causada por un agente externo a un sistema, se denomina segunda ley de Newton. La equivalencia de fuerzas de las partes de un sistema se denomina tercera ley de Newton.

Como señala MENEZES (2005, p.51, traducción nuestra), "la creencia en la existencia de simetrías espaciales corresponde a creer que, debajo de las deformaciones o perturbaciones locales [...] siempre hay un espacio imperturbable, infinito, homogéneo e isótropo". Observamos que la conclusión personal del autor está en línea con la formulación del espacio establecida por Newton.

Nuestro objetivo, en este trabajo, es asociar los conocimientos relacionados con conceptos alternativos y esa investigación sobre estética y simetría.

3. Cómo investigamos

Primero, estudiamos cómo se entendían los conceptos de estética y simetría desde la Antigüedad Clásica. Tras estos estudios, notamos similitudes con investigaciones ya realizadas sobre conceptos alternativos, particularmente en lo que respecta al papel de la cuestión de los sentidos (visión, sobre todo) en la construcción de conceptos físicos. Así, nos centramos en el estudio de la obra de MENEZES (2005) y MENEZES(2011), quien dedicó un gran esfuerzo al estudio del tema. Fue a partir de este autor, junto a los supuestos de la filosofía newtoniana, que establecimos criterios para proponer un nuevo enfoque en una asignatura de física del ciclo básico de una carrera de ciencias, basado en la estética y simetría de los fenómenos físicos, con el fin de contribuir con el objetivo de nuestra investigación: comprender qué concepciones de estética y simetría estarían presentes en esos estudiantes cuando se enfrentaran a situaciones similares a las vividas por los científicos en la época en que se enseñaban conceptos de mecánica, en particular las leyes de Newton.

Inspirándonos en una visión idealista (LUDWIG, 2014), optamos por el uso de una investigación cualitativa en educación para su efectividad, en la que los hechos y datos no se revelan de forma gratuita y directa a los ojos del investigador, tampoco este los enfrenta desarmado de todos sus principios y supuestos. Es a partir de las interrogantes que realiza a los datos, en base a todo lo que sabe sobre el tema - por tanto, en toda la teoría acumulada al respecto - que construirá el conocimiento sobre el hecho investigado. Según LÜDKE, ANDRÉ (1986, p.12-13), la investigación cualitativa en educación se configura teniendo: "[...] el medio natural como fuente de recolección de datos y el investigador como principal instrumento", en el que "los datos recolectados son predominantemente descriptivos"; "la preocupación por el proceso es mucho más grande que por el producto"; "El significado que las personas le dan a las cosas y a su vida son el foco de especial atención por parte del investigador" y; "el análisis de datos tiende a seguir un proceso inductivo" (p. 13; traducción nuestra).

En nuestro caso, adoptamos la investigación cualitativa en educación con elementos fenomenológicos, lo que nos dirigió a un campo de posibilidades, entre ellas el del enfoque etnográfico en la investigación educativa. En él, el investigador debe encontrar formas de comprender el significado manifiesto, por encubierto u oculto, de las conductas de los individuos, mientras trata de mantener su visión objetiva del fenómeno. El investigador juega así un papel dual: subjetivo (como participante) y objetivo (como investigador). Específicamente dentro de la investigación educativa con elementos etnográficos, se optó por una que considere la rutina escolar como marco teórico, lo que "[...] significa, por tanto, estudiar las interacciones sociales de los sujetos en el medio natural en el que ocurren" (ANDRÉ, 2006, p. 10; traducción nuestra). Así que, para realizar un análisis coherente y acorde con esta propuesta metodológica, el investigador tendría que apoyarse en un marco teórico que le ayudara a definir puntos críticos, como categorías, ejes o

núcleos temáticos en la fase de definición del problema, entre otros; y también lo orientara, durante la recolección de datos, en la revisión de las categorías y en su reestructuración (ANDRÉ, 2006).

De acuerdo con la metodología elegida a lo largo de este trabajo, hemos adoptado los siguientes procedimientos para esta investigación⁵: 1) Observación; 2) Utilización del cuaderno de bitácora como registro descriptivo del investigador, tanto de las observaciones como de las fases de la propuesta (LÜDKE, ANDRÉ, 1986); 3) Grabación de audios y transcripción de clases; 4. Aplicación de un cuestionario y una prueba. Al respecto, en este trabajo, mostraremos los resultados obtenidos exclusivamente con una actividad que consistía en una prueba (Anexo 1) que buscaba identificar, al principio del curso, las concepciones alternativas de los estudiantes, con el fin de comprender visiones estéticas en torno a categorías como la ortogonalidad en la visión tridimensional, la ausencia de direcciones privilegiadas en un espacio ideal, el papel del sistema de referencias y la existencia de campos como agentes que rompen la simetría del espacio. A partir de los resultados de esta prueba, desarrollamos categorizaciones, basadas en el análisis de contenido de BARDIN (2011).

En el caso de esta investigación, es importante aclarar que se llevó a cabo en un campus relativamente reciente de una universidad pública federal brasileña, en una ciudad en las afueras de la región metropolitana de São Paulo, que enfrenta varios desafíos inherentes como: lentitud en los trabajos para su consolidación y dificultades para afrontar un nuevo perfil de estudiantes que ingresan a la educación superior, muchos de los cuales son los primeros en su familia en asistir a este nivel de educación. Considerado innovador, el curso en el que se impartió la asignatura busca romper con los modelos disciplinarios tradicionalmente rígidos y tiene como objetivo fortalecer la formación de

docentes de ciencias pluridisciplinares e interdisciplinares, incluyendo disciplinas impartidas con el apoyo de la integración de diferentes saberes de las cinco áreas que lo componen (física, química, biología, matemáticas y humanidades). Así, busca formar docentes que puedan desempeñarse en la educación básica, tanto en la educación primaria II (ciencias o matemáticas) como en el bachillerato (física, química, biología o matemáticas), pero con mayor interrelación entre estas áreas. Nuestra investigación se llevó a cabo en dos clases (tarde y noche) de un curso de física básica en el segundo semestre de 2017. Estos estudiantes ya habían realizado un curso de física básica en el primer semestre, con una tasa de reprobación considerable en ediciones anteriores. Según los datos obtenidos por el docente que impartió esta asignatura para estas dos clases durante el período de investigación, había 24 alumnos matriculados oficialmente en el curso de la tarde, siendo 18 efectivamente frecuentes, mientras que en el curso nocturno había 24 matriculados oficialmente, con 19 efectivamente asistiendo.

Así, la actividad de identificación de concepciones alternativas, basada en la estética sensorial del espacio, tuvo como objetivo comprender las formas en que los estudiantes concibieron algunas propiedades espaciales y de movimiento antes de conocer las leyes de Newton. De esta forma, se desarrollaron cinco elementos (Anexo I), cada uno con un objeto de análisis para la investigación. Antes de ser aplicadas en las dos clases, la prueba fue validada por parejas, siendo enviadas a otros profesores de ciencias (física, química o biología) con el fin de identificar posibles fallas en la interpretación de los enunciados propuestos y los objetivos de los ejercicios.

4. Resultados y análisis

⁵ Investigación aprobada por el Comité de Ética e Pesquisa de la Universidade Federal de São Paulo, con el número 68322417.2.0000.5505.

A continuación, se presentarán tablas con algunos recortes de las concepciones de los participantes, la frecuencia con la que aparecen estas concepciones y algunos ejemplos de respuestas. Las concepciones presentadas se refieren a las interpretaciones del investigador en torno a las respuestas dadas. Los ejemplos de respuestas, por otro lado, son transcripciones literales de las contestaciones ofrecidas por los participantes, que identificamos por números. Algunas respuestas presentaron diferentes interpretaciones, las cuales se pueden clasificar y contabilizar en más de una concepción. Así, el número total de respuestas ha cambiado según las categorías analizadas y difirieron del número total de participantes.

4.1. Cómo los estudiantes entendieron el mantenimiento de las simetrías de movimiento y la necesidad de agentes externos para romper dichas simetrías.

Utilizamos un ejercicio adaptado del formulado por CLEMENT (1982), en el que un cohete se movería por el espacio con el motor apagado, desde el punto A al punto B. Estaría lejos de cualquier planeta o de la actuación de fuerzas. Al pasar por el punto B, el motor se pondría en marcha durante dos segundos, mientras que el cohete viajaría desde el punto B al punto C. En el punto C, el motor volvería a apagarse. Les pedimos a los participantes que dibujaran la trayectoria del cohete y justificaran lo que le sucedería en base a las leyes de Newton.

Tabla 1: mantenimiento y ruptura de simetrías de movimiento.

Concepciones presentadas	Frecuencia	Ejemplos de respuestas
Conexión conceptual de la inercia con la ausencia de fuerzas y mantenimiento del estado de movimiento.	29	05: [...] la inercia explica lo que sucede, porque al no haber fuerzas actuando, el cohete realizará un movimiento rectilíneo y constante.
La actuación de una fuerza cambia la dirección del movimiento rectilíneo de forma abrupta, representada en diagonal.	26	18: Desde el punto B, donde se arranca el motor, el desplazamiento cambia. [...] después de apagar el motor, su movimiento continuará en diagonal.
La actuación de una fuerza altera la dirección del movimiento rectilíneo, representado en una trayectoria circular.	07	33: De A a B: inercia con mantención del movimiento en línea recta. De B a C: interacción del movimiento anterior con la acción del motor, perpendicular al movimiento. De C hacia adelante: continuación de movimientos [en trayectoria circular].
Pérdida brusca de movimiento horizontal.	05	08: [...] cuando se arranca el motor, él ejerce fuerza sobre el cohete, acelerando y cambiando la dirección del movimiento [que] permanece en la dirección en la que fue empujado.
El movimiento de inercia ocurre solo de manera horizontal y rectilínea.	05	21: Trayectoria A a B: el objeto, sin fuerzas externas a él, siempre sigue un camino recto.
Total	91	

Fuente: Los autores, 2021.

Como se puede observar en la tabla 1, los resultados no difieren de los obtenidos por los investigadores (CLEMENT, 1982) que estudiaron las concepciones alternativas, demostrando que son concepciones realmente arraigadas y bien conocidas en el campo de la enseñanza de la física desde hace algunas décadas, como, por ejemplo: la concepción de que, si un objeto no

se mueve, ninguna fuerza actúa sobre él; o que, en un cuerpo en movimiento, habría una fuerza en la dirección del movimiento (LOPES, 2004); o que habría cambios abruptos en el movimiento en la dirección de la fuerza aplicada por el motor del cohete a lo largo y en la misma dirección que el movimiento completo. Percibimos remanentes de explicaciones científicas en las respuestas de

los estudiantes que asociaron el desempeño de la fuerza con la modificación del movimiento y la ausencia de fuerza con el mantenimiento del movimiento. Lo más probable es que esto se atribuya a que son estudiantes de educación superior, que ya han tomado clases sobre las leyes de Newton en su trayectoria escolar.

En términos estéticos, podríamos ver el uso de simplificaciones, como el uso de líneas horizontales o perpendiculares para describir trayectorias, en un intento de describir movimientos en los que serían necesarios los componentes de dos ejes.

4.2 Cómo los estudiantes entendieron el sistema de referencia como un factor que rompe la homogeneidad del espacio.

El segundo ejercicio se realizó a partir del siguiente contexto: “imagina dos puntos cualesquiera en el espacio, ambos absolutamente distantes de cualquier campo atractivo o repulsivo. ¿Son estos dos puntos iguales?

En la primera condición, los puntos fueron presentados en dos perspectivas diferentes (diferentes formas de mirar, considerando un referencial), sin ningún tipo de referencial. En la segunda condición, se presentaron los mismos puntos con las mismas perspectivas anteriores, pero esta vez con la presencia de un sistema de referencia tridimensional.

En un intento por establecer igualdades o diferencias entre puntos sin tener referencias, y dadas las condiciones abstractas de la idealización de puntos en un espacio vacío, al responder a este ejercicio, los participantes tendieron a imponer condiciones no explícitas en el enunciado, como: la creación de sus propias referencias o de líneas rectas que interconecten los puntos en un intento de definir su posible altura; la asignación de coordenadas para realizar triangulaciones entre los puntos; la imposición de ejes o posiciones específicas, incluso sin asignar un cero de referencia para la ubicación espacial de esas posiciones.

En la primera condición, además del análisis de posiciones, los estudiantes tendieron a imponer

la existencia de magnitudes físicas más concretas, aparentemente en busca de darle un sentido más sensorial al problema. Entre las magnitudes impuestas, apareció la atribución de masa, volumen, forma y/o tamaño a los puntos del espacio (la tabla 2). Observamos aquí la necesidad de atribuir concreción a un concepto que es, en esencia, abstracto. Para la mayoría de los estudiantes, la referencia (que debería ser lo que consideran más normal) se manifiesta por lo que pueden visualizar, y no por el concepto imaginario y abstracto (como el espacio que se califica a partir de puntos, por ejemplo).

En la segunda condición, en la que se agregaron los sistemas de referencia al sistema con los puntos, hubo una multiplicidad de respuestas en las que los participantes señalaron diferentes ejes, coordenadas, posiciones y/o planos para cada punto, siempre partiendo de los datos referenciales - mientras que algunos evaluaron los ejes de los planos como 'x, y, z' para establecer posiciones fijas de los puntos, otros utilizaron los ejes para establecer la dirección y rumbo de los posibles movimientos.

Destacamos aquí, en la primera condición dada, las múltiples imposiciones, personales y arbitrarias, de los participantes en torno a los puntos presentados, con el fin de establecer igualdades o diferencias entre cada punto. Las imposiciones varían entre el uso de líneas rectas, el uso de ejes privilegiados para el análisis (generalmente el eje x) o el uso de las esquinas de la hoja de respuestas como referencia de análisis para establecer alturas u horizontalidad (por ejemplo), ignorándose las inusuales sugerencias de referencias dadas en los ejercicios; o la atribución de cualidades físicas, como masa o volumen, para examinar los puntos. Nos parecía, de nuevo, que los participantes buscaban recurrir a los sentidos físicos para comprender el ejercicio, tendiendo a acercar las cuestiones de lo abstracto (condiciones ideales) a lo concreto (atribuyendo cualidades físicas, aunque impuestas), con el fin de reducir las dificultades de análisis.

Tabla 2: Sistema de referencia como agente que rompe las simetrías del espacio.

Concepciones presentadas	Frecuencia	Ejemplos de respuestas
Las referencias representadas señalan diferentes ejes, coordenadas, posiciones o planos para cada punto.	30	07: Debido al sistema de referencias, es posible notar que son diferentes entre sí [...] debido a la distancia entre los dos y el referencial.
Imposición de un sistema de referencia (no especificado) para atribuir igualdad o diferencia en la altura de los puntos.	16	21: No son iguales. Estos puntos pasan por varios segmentos (rectos) y se encuentran en diferentes posiciones. Son paralelos.
A falta de referencias, no hay nada que diferencie los puntos.	09	30: No hay forma de afirmar [igualdad o diferencia], ya que no hay más información ni punto de referencia.
Sin la acción de fuerzas externas, no hay nada que diferencie los puntos.	09	08: Sí [son iguales], porque no hay interacción con fuerzas externas.
Los puntos son iguales porque están en el mismo eje (impuesto) o posición.	07	20: Son [iguales], ya que ambos se mueven a lo largo del eje z.
Total	102	

Fuente: Los autores, 2021.

También hubo la atribución de la ausencia de fuerzas externas (aunque éstas estuvieran absolutamente alejadas de cualquier campo) y de referencias, como condiciones que harían imposible diferenciar los puntos - como se ilustra en la tabla 02 , con la frecuencia de 09 repeticiones para cada concepción. Observamos, en este caso, más evidencias de la mezcla de conceptos científicos con los de sentido común para intentar darle una connotación más cercana a la física a su respuesta.

Sin embargo, dada la condición de análisis basado en el sistema de referencias para el ejercicio, las imposiciones disminuyeron considerablemente y los participantes tendieron a ofrecer respuestas más precisas. Nos pareció que, dado el sistema de referencia como lo usamos habitualmente (lados de un cubo; ejes perpendiculares y rectos), con los participantes teniendo aspectos más concretos para el análisis, se redujeron las dificultades del pensamiento abstracto, por lo que que el sistema de referencia se convirtió en algo fundamental para una mejor comprensión de esa situación, evidenciando el fuerte papel estético en el desarrollo de la comprensión y el pensamiento físico. Este resultado es bastante original e innovador y suma

uno de los principales aportes de este trabajo a la investigación sobre el tema.

Aun así, existía una dificultad recurrente en la comprensión de la tercera dimensión atribuida al sistema de referencia. Lo más probable es que esta dificultad se deba a la limitación de uno de los sentidos humanos: la visión es bidimensional y la tercera dimensión proviene de la memoria y, por tanto, requiere abstracción. Conocemos la tercera dimensión porque tenemos memoria para reconocer la dimensión de los objetos y, cuando los vemos más pequeños de lo que son, nos encontramos con que están distantes (noción de profundidad). Una vez más, nos damos cuenta de cómo el tema de la estética y la simetría aparece muy relacionado con nuestros sentidos en la comprensión del sistema de referencias.

4.3 Cómo entendieron las diferentes formas de describir un mismo fenómeno, basándose en elecciones arbitrarias y aleatorias (posición / dirección) del sistema de referencia, sin ningún cambio en las leyes físicas debido a estas elecciones.

El tercer ejercicio consistió en analizar la siguiente pregunta: “dos astronautas están en módulos lunares en diferentes posiciones en el

espacio, analizando el planeta Tierra. Ambos analizan solo una pequeña parte de la superficie de la Tierra. Los astronautas se comunican por radio. El primer astronauta afirma que la atracción gravitacional provocada por la Tierra actúa sobre el eje x , mientras que el segundo afirma que la atracción gravitacional actúa sobre el eje z . ¿Cuál de los dos astronautas tiene razón?"

A partir del análisis del comportamiento de la gravedad descrito en diferentes ejes del plano de referencia, los participantes deberán justificar la descripción más adecuada del fenómeno, según las distintas perspectivas de los dos astronautas.

La mayoría de los estudiantes demostró comprender que la gravedad actúa en todas las direcciones, aunque la mayoría de ellos no consideró la variación de intensidad en su

análisis, ya sea durante una posible desviación del centro de masa de la Tierra o en su desempeño a lo largo del plano vertical, por ejemplo.

La mayoría de los participantes atribuyeron el papel de la gravedad y su descripción a la dependencia de una referencia, en la que diferentes perspectivas podrían resultar en diferentes descripciones de un mismo fenómeno. También hubo algunos entendimientos de que la gravedad actúa solo sobre el eje z (cuarta línea en la tabla cinco), que era el único eje representado verticalmente y hacia abajo, de acuerdo con la tercera línea. Este importante número de respuestas puede sugerir una idea previa, aunque intuitiva, de la constante ruptura de la isotropía de un espacio ideal.

Tabla 3: investigación de dirección privilegiada para la acción de la gravedad

Concepciones presentadas	Frecuencia	Ejemplos de respuestas
La gravedad actúa en todas las direcciones (no se considera la intensidad).	18	19: Ambos son correctos, ya que la atracción gravitacional actúa en todas las direcciones [...]
La acción de la gravedad y su descripción depende del referencial.	17	01: [...] La gravedad actúa hacia el centro de la Tierra, por lo que depende de la referencia de cada astronauta.
La gravedad actúa solo en el eje z (único eje representado hacia abajo).	05	20: El segundo [...] se puede observar cuando dejamos caer un objeto desde arriba y este cae al suelo, lo que sucedería en el eje z .
La gravedad actúa en todas direcciones.	01	21: Ambos, la fuerza gravitacional es igual en todos los puntos.
Total	49	

Fuente: Los autores, 2021.

Como se constató, una vez más, la considerable presencia de la necesidad de un sistema de referencias para que sea posible la descripción del fenómeno, se corroboró la hipótesis de cuánto algunos análisis están impregnados de conceptos estéticos, alcanzados a través de los sentidos, aunque estos sean diferentes de los desarrollados por científicos. Algunas respuestas incluso mostraron que los estudiantes crearon diferentes ejes para cada situación, teniendo en

cuenta su posición en la superficie de la Tierra. Curiosamente, estos ejes siempre tendrían la dirección vertical y la dirección hacia abajo (el mismo rumbo y el sentido de la gravedad, por lo tanto).

4.4 Cómo los estudiantes entendieron la existencia de campos y su presencia como algo que rompe la homogeneidad e isotropía del espacio.

El cuarto ejercicio presentó una situación ideal: “se vacían completamente tres contenedores, de modo que hay un vacío dentro de cada uno. Los envases son los mismos: misma masa, volumen, forma, etc. El primer recipiente se coloca junto a un imán; el segundo recipiente se deja en la superficie de la tierra; el tercer recipiente es llevado al vacío del espacio, lejos de cualquier campo atractivo o repulsivo. ¿Son las propiedades físicas del espacio dentro de estos contenedores las mismas? ”.

A partir del análisis de diferentes campos físicos actuando en contenedores idénticos con vacío en su interior, los participantes deben evaluar las propiedades del espacio dentro de estos contenedores. La mayoría argumentó que la existencia de diferentes campos asignaría

diferentes propiedades físicas al espacio interno de cada contenedor.

Hubo un número significativo de participantes que atribuyeron propiedades internas iguales a los tres envases, dada la existencia de un vacío en su interior, pero con diferentes propiedades externas. Por lo tanto, nos pareció que había una comprensión del vacío como un vacío total, sin la existencia de campos físicos, por ejemplo. En este mismo sentido, probablemente dada la dificultad de comprender una idea abstracta de vacío, algunas respuestas mostraron la necesidad de atribuirle propiedades físicas, como ser inalterable o inmutable o, incluso, tener una igualdad entre los contenedores dada la inexistencia de materia en ellos.

Tabla 4: Los campos físicos como agentes que rompen las simetrías del espacio.

Concepciones presentadas	Frecuencia	Ejemplos de respuestas
La existencia de diferentes campos confiere diferentes propiedades físicas al espacio.	12	19: No, el contenedor que está cerca del planeta Tierra sufre de la fuerza gravitacional [...] El contenedor que estaba cerca del imán será influenciado por la fuerza magnética [...] las propiedades son diferentes.
La existencia de un vacío atribuye diferentes propiedades internas y externas a los envases.	09	05: Sí, aún quedaría un vacío dentro de cada uno de ellos [...] sólo el ambiente externo sufrirá acción.
Imposición de propiedades a los envases, como características físicas y/o químicas.	06	03: Sí, porque en las tres situaciones no hay masa real [...] pero sí, partículas de aire, iones, etc.
Asignación de propiedades inmutables al vacío.	05	20: Sí, porque el vacío es inmutable, independientemente del sistema.
Atribución de igualdad por ausencia de materia en el interior de los contenedores.	04	41: Sí, no hay materia dentro de ellos.
Total	50	

Fuente: Los autores, 2021.

Una vez más, en un posible intento de pasar de lo abstracto a lo concreto, los estudiantes impusieron propiedades a los contenedores, como características físicas y/o químicas (de estructura, masa o volumen; ver línea 3 de la tabla 4) y interacciones electromagnéticas (condiciones de atracción o repulsión). Este hecho nos lleva, de nuevo, a la hipótesis de que los participantes tenderían a buscar atributos estéticos en función de los sentidos (como características físicas y químicas o condiciones de atracción o repulsión, que son más palpables,

es decir, pueden ser experimentadas por los cinco sentidos humanos y que no requieren mucha abstracción).

Así, las respuestas más frecuentes sugieren una ambigüedad de interpretaciones entre el análisis de que los diferentes campos atribuyen diferentes propiedades físicas al espacio y la imposición o atribución de propiedades físicas por la existencia de un vacío. Parece haber una confusión conceptual, ya que los campos y el

vacío son seres físicos que requieren un alto grado de abstracción para su comprensión.

Además, la imposición o atribución de propiedades físicas al espacio vacío (ideal), nos llevó a la búsqueda de posibles entendimientos y conclusiones sobre un ser físico abstracto. Mientras que, para Newton, la homogeneidad y la isotropía serían la normalidad del espacio (de ahí que el movimiento inercial sea el "movimiento de referencia"), para los participantes de la investigación fueron las rupturas del mismo lo que les pareció ser "lo normal". Así, la sensación fue que el espacio vacío, homogéneo e isotrópico, de forma recurrente, provocaba extrañeza, ya que no parecía ser algo concreto. Este es un resultado muy innovador, importante para cualquier maestro que pretenda enseñar las leyes de Newton.

5. Consideraciones finales

Este trabajo señala que los conceptos de estética y simetría son importantes en la formulación de los principios fundacionales de la física, dada su presencia en los principios de conservación. Estos usos de la estética y la simetría en los fundamentos de la física, sin embargo, son bastante diferentes de los usos que le dan los estudiantes cuando comienzan a estudiarla. Por eso, la discusión de la estética y simetría parece ser muy decisiva para que se entiendan bien la mecánica newtoniana.

Además, los estudiantes no tenían como principio fundamental el ideal de perfección presente en las propiedades del espacio que sustentan los tres principios de conservación. Para el alumno, los factores externos a este espacio, que modifican sus perfectas y armoniosas propiedades estéticas, son normales y, por tanto, deberían ser la regla; los estudiantes necesitaban asignar propiedades físicas relacionadas con un pensamiento concreto para poder analizar fenómenos físicos que dependían de un pensamiento sobre el espacio. Así, no es apropiado comenzar a enseñar las leyes de Newton con la idea de que comprender el

concepto de espacio newtoniano es natural para los estudiantes.

Las diferencias en estética y simetría de los alumnos también aparecen cuando comienzan a aprender el sistema de referencias. Tanto la comprensión de su tridimensionalidad como la necesidad de simetría entre sus ejes no son fáciles de entender e deben ser construidas por los estudiantes.

Este trabajo recuerda, por tanto, que existen más concepciones alternativas además de los encontrados en varias publicaciones. Destacamos aquí solamente algunas concepciones alternativas sobre el espacio. Creemos que hay un gran aporte al área de la enseñanza de la física cuando rescatamos investigaciones que se han establecido en el pasado (como las concepciones alternativas) bajo nuevas perspectivas, como la estética y la simetría. Así, sugerimos una mayor presencia de este tipo de investigaciones, especialmente en los cursos de formación para profesores de física y/o ciencias.

6. Referencias

- ABRIL, S. A.; VILLAMARIN, S. J. . Procesos del pensamiento en la didáctica de la física. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, 3(2), 1–5. 2008. <https://doi.org/10.14483/23464712.5280>.
- ANDRÉ, M. A. O cotidiano escolar, um campo de estudo. In: **O coordenador pedagógico e o cotidiano da escola**. (pp. 9-20). Loiola. São Paulo: Brasil, pp.9-20. 2006.
- BACCON, L. **Força como interação: uma proposta de ensino fundamentada na teoria da aprendizagem significativa**. Dissertação do Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil, 2010.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. São Paulo: Brasil, 2011.
- CASTRO, N. Vigotski: os conceitos espontâneos e científicos. **Revista Latino-Americana de**

- Estudos em Cultura e Sociedade**, 5 (4), Foz do Iguaçu, Brasil. pp-1-11. 2019. 5(4). <https://doi.org/10.23899/relacult.v5i4.113Z>.
- CLEMENT, J. Students' preconceptions in introductory mechanics. **American Journal of Physics**, 50, 66-71. 1982. <https://doi.org/10.1119/1.12989>
- COHEN, B.; WESTFALL, R.S. **Newton: textos, antecedentes, comentários**. Editora Contraponto. Rio de Janeiro: Brasil.2002.
- DRIVER, J. Student's conceptions and the learning of science. **International Journal of science education**, 11, special issue, 481-490. 1989. doi:10.1080/0950069890110501
- FORATO, T. C. M. A filosofia mística e a doutrina newtoniana: uma discussão historiográfica. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 1(3), 29-53, 2008.
- JAMMER, M. M. **Storia del concetto di forza**. Milano: Feltrinelli. 1979.
- KANT, I. **Crítica da faculdade do juízo**. 1ª edição. Forense Universitária. Rio de Janeiro: Brasil. 1993.
- KOYRÉ, A. **Newtonian studies**. Harvard University. Cambridge: USA, 1965.
- LOPES, **Aprender e ensinar física**. FCG. Lisboa: Portugal: 2004.
- LÜDKE.M; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. EPU. São Paulo: Brasil. 1986.
- LUDWIG, A. Métodos de pesquisa em educação. **Educação em Revista**, 14(2), Unesp. Marília: Brasil, 7-32. 2014.
- MARTINS, R.A fundamentação histórica da lei da inércia: um exemplo de conflito entre educadores e historiadores da ciência no uso da história da ciência no ensino de física. **XIV EPEF. Maresias: Anais**. Maresias: Brasil, 2012.
- MCGUIRE; RATTANSI. Newton and the 'Pipes of Pan'. **Notes & Records**. London: The Royal Society. 1966. <https://doi.org/10.1098/rsnr.1966.0014>
- MENEZES. **A matéria, uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. 1ª edição. Editora Livraria da Física. São Paulo: Brasil. 2005.
- MENEZES. Simetrías, Irreversibilidad del Tiempo y Imponderabilidad en la Física. **Prometeica Revista de Filosofía y Ciencias**, 11(4). Universidade Mar del Plata. Universidade Federal de São Paulo. Buenos Aires: Argentina. São Paulo: Brasil.90-91. 2011. DOI:[10.24316/prometeica.v0i4.53](https://doi.org/10.24316/prometeica.v0i4.53)
- NEVES, M. C. D. Uma investigação sobre a natureza do movimento ou sobre uma história para a noção do conceito de força. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 22(4), SBF. São Paulo: Brasil. 543-556. 2000.
- NEWTON, I. **Philosophiae naturalis principia mathematica**. Joseph Streater. London: England. 1687.
- Peduzzi, S. S. Concepções Alternativas em Mecânica. **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Ed. UFSC.Florianópolis: Brasil, 125-150. 2001.
- PEDUZZI, L; Peduzzi, S. O conceito intuitivo de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton. **Caderno Catarinense de Ensino Física**, 2(1), Ed.UFSC. Florianópolis: Brasil. 6-15.1985.
- QUADROS, O. J. **Estética da vida, da arte, da natureza**. Editora Academia. Porto Alegre: Brasil, 1986.
- SFORNI, M. **Aprendizagem conceitual e organização de ensino: contribuições da teoria da atividade**. 1ª edição. Junqueira & Marin. Araraquara: Brasil. 2004.
- TALIM, S. L. Dificuldades de aprendizagem na terceira lei de Newton. **Caderno catarinense de ensino de física**, 16(2), Ed. UFSC. Florianópolis: Brasil. 141-153. 1999.
- THACKRAY. A matéria em uma casca de noz: a Óptica de Newton e a química do século XVIII. **Newton: textos, antecedentes, comentários**. Contraponto. Rio de Janeiro: Brasil. 118-128, 1968.
- VILLANI, A.; PACCA, J. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade

didática no ensino de ciências. **Revista da Faculdade de Educação**. 23(1-2),. São Paulo: Brasil. 196-214. 1997.

WATTS; ZYLBERSTAJN. A survey of some children's ideas about force. **Physics Education**, 16(6). IOPscience. London. England. 360-365.1981.

WESTFALL, R. S. **A vida de Isaac Newton**. Nova Fronteira. Rio de Janeiro. Brasil. 1995.

WHITEHEAD, A. N. **Science and the modern world**. Free Press. Cambridge: England. 1925.

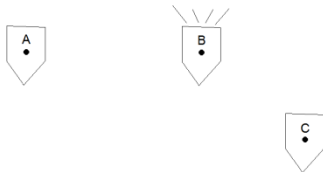
ZYLBERSTAJN, A. Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino. **REF**. 5(2). SBF. São Paulo: Brasil. 3-16.1983.

ANEXO 1

Prueba

1. (Adaptado de CLEMENT, 1982) Un cohete se mueve por el espacio con el motor apagado, desde el punto A al punto B. Está lejos de cualquier planeta o de la actuación de fuerzas. Al pasar por el punto B, el motor se pone en marcha durante 2 segundos, mientras que el cohete viaja desde el punto B al punto C. En el punto C, el motor se apaga de nuevo.

- Dibuja la trayectoria del punto A al punto B;
- Dibuja el camino desde el punto B al punto C;
- Dibuja la trayectoria desde el punto C, cuando el motor está apagado.;
- Justifica, a partir de las leyes de Newton, el movimiento y lo que ocurre en cada etapa de la trayectoria.



2. Imagina dos puntos cualesquiera en el espacio, ambos absolutamente lejos de cualquier campo atractivo o repulsivo.

- ¿Son estos dos puntos iguales? Justifica

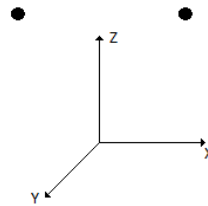


- Y ahora, ¿son estos dos puntos iguales? Justifica.

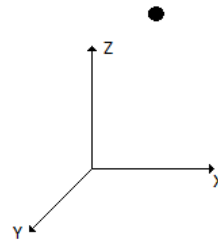


- Ahora ponte el sistema de referidos.

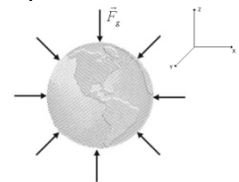
- ¿Los puntos descritos en el ítem **a** son iguales entre sí? Justificar.



- ¿Los puntos descritos en el ítem **b** son iguales entre sí? Justificar.



- Dos astronautas se encuentran en módulos lunares en diferentes posiciones en el espacio, analizando el planeta Tierra. Ambos analizan solo una pequeña parte de la superficie de la Tierra. Los astronautas se comunican por radio. El primer astronauta afirma que la atracción gravitacional causada por la Tierra actúa sobre el eje X, mientras que el segundo afirma que la atracción gravitacional actúa sobre el eje Z. ¿Cuál de los dos astronautas es correcto? Justifica.



4. Se vacían completamente tres recipientes para que haya un vacío dentro de cada uno. Los envases son los mismos: tienen la misma masa, volumen, forma, etc. El primer recipiente se coloca junto a un imán; el segundo recipiente se deja en la superficie de la tierra; el tercero es llevado al vacío del espacio, lejos de cualquier campo atractivo o repulsivo. ¿Son iguales las propiedades del espacio dentro de estos contenedores? Justifica.

5. Analiza las situaciones siguientes y responde:

- i) Un globo que se vacía en el aire.
- a) ¿Qué elementos interactúan?
- b) Describe qué interacciones están sucediendo en estos movimientos.

ii) Un astronauta, suelto en el espacio, lanzando dos herramientas, de la misma masa y velocidad y al mismo tiempo, en direcciones perpendiculares

- a) ¿Qué elementos interactúan?
- b) Describe qué interacciones están sucediendo en estos movimientos.

iii) Una persona caminando

- a) ¿Qué elementos interactúan?
- b) Describe qué interacciones están sucediendo en estos movimientos.

iv) Una persona que cae en caída libre

- a) ¿Qué elementos interactúan?
- Describe qué interacciones están sucediendo en estos movimientos.



DA NUTRIÇÃO À DIGESTÃO: UMA PROPOSTA CONTEXTUALIZADA PARA O ENSINO DO SISTEMA DIGESTÓRIO

FROM NUTRITION TO DIGESTION: A CONTEXTUALIZED PROPOSAL FOR THE DIGESTIVE SYSTEM TEACHING

DE LA NUTRICIÓN A LA DIGESTIÓN: UNA PROPUESTA CONTEXTUALIZADA PARA LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA DIGESTIVO

Flávia Martho Landinho_* , Rafael Mendonça Duarte_** 
Ana Carolina Biscalquini Talamoni *** 

Landinho, F; Duarte, R; Talamoni, A. (2022). Da nutrição à digestão: uma proposta contextualizada para o ensino do sistema digestório. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp. 607-625. DOI: [1https://doi.org/10.14483/23464712.18937](https://doi.org/10.14483/23464712.18937)

Resumo

Aprender sobre o corpo humano é compreender sobre o funcionamento do próprio corpo, contemplando seus aspectos biológicos e socioculturais. Contudo percebe-se no ensino de ciências na educação básica dos anos finais, a prevalência de uma abordagem cartesiana em que o corpo é tratado de forma reducionista, restringindo-o a aspectos anatômicos e fisiológicos, muitas vezes desconexos. Esse é o caso do sistema digestório e da abordagem da educação alimentar e nutricional, considerada um tema contemporâneo transversal pela Base Nacional Comum Curricular. Tendo isso em vista, esta pesquisa realizou o levantamento das concepções prévias a respeito do tema norteador “nutrição” com alunos do 6º ano do ensino fundamental II de uma escola municipal de São Vicente/SP. A partir disso, elaborou-se e aplicou-se uma sequência didática visando promover conhecimentos anatômicos e fisiológicos do sistema digestório a partir da nutrição. Os resultados indicam que após a aplicação da sequência didática os alunos não só adquiriram conceitos a respeito da morfofisiologia do sistema digestório, mas também compreenderam que a nutrição é pautada por aspectos socioculturais.

Palavras-Chave: Educação alimentar. Prática pedagógica. Processo de aprendizagem.

* Licenciada em Ciências Biológicas. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Brasil. E-mail: flaviamartho@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9160-3418>.

** Doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Brasil. E-mail: r.duarte@unesp.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5649-0692>.

*** Doutora em Educação Para a Ciência. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Brasil. E-mail: ana.talamoni@unesp.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8237-5831>.

Fecha de recibido: enero de 2022. Fecha de aceptado: junio de 2022

Abstract

Learning about the human body is understanding the functioning of the body itself, considering its biological and sociocultural aspects. However, teaching practices prefer a Cartesian approach in which the body is treated in a reductionist way, restricting it to anatomical and physiological aspects often disconnected. That is the case of the digestive system and the approach to food and nutrition education is considered a contemporary cross-cutting topic by the National Common Curriculum Base. With this in mind, this research surveyed previous conceptions on the guiding theme "nutrition" with 6th-grade students of elementary school II in São Vicente, SP. From there, we develop and apply a didactic sequence to promote anatomical and physiological knowledge of the digestive system from nutrition. Results indicate that after applying the sequence, the students acquired concepts about the morphophysiology of the digestive system, and also, understood that nutrition is guided by sociocultural aspects.

Keywords: Nutrition education. Pedagogical practice. Learning process.

Resumen

Aprender sobre el cuerpo humano es comprender el funcionamiento del propio cuerpo, considerando sus aspectos biológicos y socioculturales. Sin embargo, en la docencia prevalece un enfoque cartesiano en el que se trata el cuerpo de forma reduccionista, restringiéndolo a aspectos anatómicos y fisiológicos, que muchas veces están desconectados. Este es el caso del aparato digestivo y el enfoque de la educación alimentaria y nutricional, considerado un tema transversal contemporáneo por la Base Curricular Común Nacional. Con esto en mente, esta investigación llevó a cabo el levantamiento de concepciones previas sobre el tema rector "nutrición" con estudiantes de 6 ° grado de la escuela primaria II en São Vicente / SP. A partir de allí, se elaboró y aplicó una secuencia didáctica, con el objetivo de promover el conocimiento anatómico y fisiológico del sistema digestivo a partir de la nutrición. Los resultados indican que luego de aplicar la secuencia, los estudiantes no solo adquirieron conceptos sobre la morfofisiología del aparato digestivo, sino que también entendieron que la nutrición está guiada por aspectos socioculturales.

Palabras-Clave: Educación nutricional. Práctica pedagógica. Proceso de aprendizaje.

1. Introdução

Entender o corpo humano é tentar compreender o próprio corpo. Isso resulta no autoconhecimento e, conseqüentemente, no autocuidado (MORAES, GUIZETTI, 2016). Contudo, é importante salientar que compreender o corpo humano não é apenas reconhecer os aspectos e componentes biológicos, mas também os aspectos socioculturais, pois o ser biológico também é

histórico e afetivo (ARAÚJO *et al.* 2015; TALAMONI, CALDEIRA, 2017).

Todavia, o ensino do corpo humano e seus sistemas vem sendo trabalhado de uma forma que favorece apenas os aspectos biológicos, o que gera uma visão reducionista e cartesiana, ou seja, ainda não ocorre uma integração entre os aspectos biológicos e socioculturais no contexto escolar (GIANELLA, *et al.* 2015; SOARES, *et al.* 2018). Dessa forma "a fragmentação do estudo sobre o corpo humano visando alcançar

objetivos educacionais retira deste corpo suas peculiaridades de “ser” capaz de falar, chorar, de sentir dor e prazer, de se relacionar” (MORAES, GUIZZETTI, 2016, p. 264).

Quando se estuda o corpo humano, para além das perspectivas educacionais, existe o objetivo do autoconhecimento do aluno. Cada corpo “encarna” uma subjetividade, possui uma personalidade, insere-se na história e em uma cultura, e precisa ser valorizado no processo de ensino e aprendizagem (GONZALEZ, PALEARI, 2006; MORAES, GUIZZETTI, 2016).

A compreensão do corpo humano inicia-se em casa e, em seguida, prossegue nas escolas, principalmente nas aulas de ciências e biologia. Para tornar este ensino menos reducionista, mais sistêmico e integrado aos componentes socioculturais dos alunos, perspectivas transversais de ensino vêm sendo reiteradamente propostas. A transversalidade corresponde à

relação entre os saberes, que de forma sistematizada busca contemplar questões reais e problemáticas do cotidiano, favorecendo no aluno o desenvolvimento de uma visão mais crítica e contextualizada dos conteúdos, principalmente daqueles que se referem ao próprio corpo (BRASIL, 1995).

Diante do exposto, o presente trabalho buscou superar essa abordagem reducionista a partir do tema transversal “nutrição”, pois a alimentação engloba não apenas componentes e funções biológicas do sistema digestório, tais como a ingestão e digestão de alimentos, e absorção de nutrientes, mas também aspectos históricos e culturais. Assim, a nutrição proporciona a construção de múltiplos saberes contribuindo para o autoconhecimento e autocuidado e, conseqüentemente, para a educação em saúde e melhora da qualidade de vida dos estudantes (Figura 1).

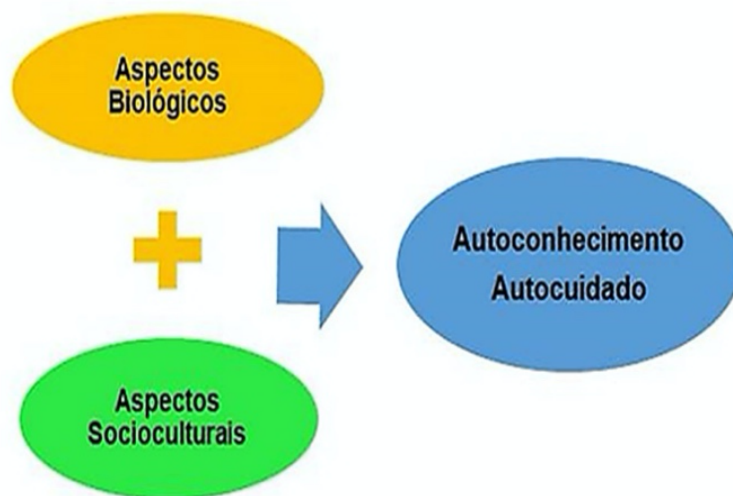


Figura 1. Esquema demonstrando que a nutrição envolve aspectos biológicos do sistema digestório e aspectos socioculturais, e a integração desses aspectos no ensino resulta em maior autoconhecimento e autocuidado pelos alunos/estudantes. Fonte: elaborado pelos autores.

1.1. O ensino da saúde e nutrição nas escolas

Na escola o conceito de saúde é abordado por meio de uma visão biomédica baseada na

ausência de doença, e não em um aspecto multidimensional e reflexivo (RANGEL, 2009). Essa temática começou a ser inserida no ambiente escolar no final da década de 1910,

tratando de questões relacionadas ao higienismo e ao sanitarismo (SILVA, GARCIA, 2020).

No ano de 1997 foram lançados pelo governo federal os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) que consistiam em diretrizes curriculares que tinham como função “orientar e garantir a coerência dos investimentos no sistema educacional, socializando discussões, pesquisas e recomendações” (BRASIL, 1997, p.13). Os PCNs eram compostos por 6 temas transversais: saúde, ética, trabalho e consumo, meio ambiente, pluralidade cultural e orientação sexual. Dentro da temática de saúde um dos objetivos do terceiro (5º e 6º) e do quarto (7º e 8º) ciclo correspondia ao aprofundamento “do processo completo de nutrição, desde a ingestão de alimentos, digestão, absorção, anabolismo, catabolismo e excreção” (BRASIL, 1995, p. 277). Entende-se que, segundo os PCNs, a nutrição deveria ser abordada dentro da macroárea “saúde”, visto que é através da ingestão adequada de macro e micronutrientes que o organismo realiza diversos processos biológicos, como a biosíntese celular, o trabalho dos sistemas fisiológicos e a atividade motora, contribuindo para sua saúde física e mental (MOYES, SCHULTE, 2010).

Em substituição aos PCNs, passou a vigorar no Brasil a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que contempla 15 temas contemporâneos transversais (TCTs), sendo um desses temas a educação alimentar e nutricional (EAN). A EAN é definida pelo Marco de referência de Educação Alimentar e Nutricional como “um campo de conhecimento e de prática contínua e permanente, transdisciplinar, intersetorial e multiprofissional que visa promover a prática autônoma e voluntária de hábitos alimentares saudáveis” (BRASIL, 2012, p. 23). Portanto, percebe-se que os aspectos relacionados aos hábitos alimentares foram incorporados à questão da saúde e nutrição de forma transversal na BNCC.

Somada à relevância da EAN nas escolas, existe a dinamicidade do mundo que tem feito com que o ser humano consuma alimentos

industrializados, os quais, em sua maioria, possuem um elevado teor energético, particularmente na forma de açúcares, mas são considerados pobres em termos nutricionais (SOARES, OLIVEIRA, 2019; TOMAZ *et al.* 2014). A ingestão em excesso desses alimentos pode provocar algumas Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) como obesidade e diabetes, por exemplo (TOMAZ *et al.* 2014; ZANCUL, 2004).

Anteriormente, essas doenças tinham maior prevalência entre os adultos, porém nos últimos anos têm afetado principalmente as crianças. De acordo com um estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da universidade inglesa Imperial College London, o número de obesos com idade de 5 a 19 anos em 1975 era de 11 milhões, e no ano de 2016 atingiu 124 milhões (OMS, 2017). Em 41 anos esse número aumentou de uma maneira muito expressiva (cerca de 11 vezes), uma vez que nessa faixa etária crianças e jovens escolhem os alimentos principalmente pelo paladar, pois restringem sua alimentação àquilo que mais gostam, ou seja, priorizam o prazer em detrimento do valor nutricional dos alimentos (ZANCUL, 2004).

Tendo em vista que a educação e a saúde estão relacionadas de uma forma intrínseca e sua conexão “constitui um campo epistêmico de expressiva relevância para a qualidade de vida humana e social” (RANGEL, 2009, p. 59), aventou-se a possibilidade de que a abordagem de temas pertinentes à EAN poderia fortalecer os vínculos entre o ensino da anatomia e da fisiologia humana, em especial no que tange ao sistema digestório. Isso contribuiria para a alfabetização científica dos alunos a respeito dessa temática, podendo auxiliar na mudança de hábitos alimentares, ao mesmo tempo em que colaboraria para um ensino menos fragmentado e reducionista do corpo (ACCIOLY, 2009; MOURA, *et al.* 2020).

1.2. O ensino do sistema digestório

O sistema digestório constitui-se em um dos conteúdos de ciências do ensino fundamental, anos finais, estando presente no eixo vida e

evolução da BNCC (BRASIL, 2017). Entender esse sistema, em especial, “é de grande relevância para os estudantes pois diversos problemas de saúde, entre eles a diabetes tipo II, a obesidade, o colesterol alto e a aterosclerose se relacionam com a má alimentação e com a falta de atividades físicas” (COSTA *et al.* 2019, p. 622).

Porém, a metodologia de ensino que tem sido empregada em relação ao processo de digestão é inadequada para que os estudantes relacionem os diferentes aspectos do sistema digestório com o aparecimento de DCNTs, pois está baseada apenas na morfologia e função dos diferentes órgãos e glândulas. Sendo assim, essa metodologia não utiliza como vantagem a contextualização do ensino, mas sim a memorização de nomes e conceitos, o que resulta em um ensino linear e desmotivador. Além disso, os recursos didáticos são limitados a alguns tipos de experimentações físicas e químicas para demonstrar os movimentos peristálticos, processo de absorção através das microvilosidades e outros. Esse tipo de ensino baseado na memorização é resultado de vários fatores que integram desde má formação de professor, livros didáticos com concepções errôneas até infraestrutura escolar precária (AUGUSTO, CALDEIRA, 2007; BEBER *et al.* 2016; GONZALEZ, PALEARI, 2006; MOURA *et al.* 2020).

Todavia, esse ensino cartesiano e reducionista pode ser modificado, pois todos os seres vivos necessitam de energia para a realização de atividades vitais básicas, assim como de compostos nutricionais essenciais para diversas funções como o crescimento e reprodução, sendo uma das funções vitais humanas o requerimento energético e nutricional pois o que possibilita a sobrevivência do ser humano é a ingestão de alimentos que forneçam energia e nutrientes (VIDOR *et al.* 2020). Esses assuntos relacionados ao requerimento energético servem como ponto de partida para promover o ensino da morfofisiologia do sistema digestório de uma forma contextualizada e transversal, pois esses conteúdos devem estar relacionados com os

conhecimentos vivenciados pelos alunos. Por esse motivo, de acordo com Righi *et al.* (2012), perguntas como “Por que comer é importante?” e “O que acontece com o alimento depois que você come?” podem permitir um ensino contextualizado.

A alimentação é uma necessidade básica do corpo humano. Contudo, ela tem sido tratada nas escolas de uma forma isolada do sistema digestório. Nos anos iniciais da educação básica são trabalhadas noções de higienismo como, por exemplo, a importância de lavar as mãos antes das refeições, ou seja, princípios básicos de segurança alimentar (BRASIL, 2017). Já na transição dos anos iniciais da educação básica para os anos finais são abordados aspectos morfológicos do sistema digestório, sendo uma das habilidades “selecionar argumentos que justifiquem por que os sistemas digestórios e respiratório são considerados corresponsáveis pelo processo de nutrição do organismo, com base na identificação das funções desses sistema” (BRASIL, 2017, p. 340). Observa-se a partir dessa habilidade a intrínseca relação entre o sistema digestório e a nutrição. Desse modo, é possível utilizar a EAN como ponto de partida para um ensino do sistema digestório menos cartesiano e mais integrado ao eixo da saúde.

Além disso, é importante conhecer sobre os próprios hábitos alimentares e compreender o que acontece no sistema digestório, e nos demais sistemas do corpo humano, quando um determinado tipo de alimento é ingerido e digerido, além da composição nutricional e energética dos diferentes tipos de alimento. Dessa forma, o reconhecimento por parte dos alunos das estruturas e processos envolvidos na ingestão e digestão dos nutrientes contribui para o autoconhecimento e desenvolvimento de uma visão crítica a respeito das escolhas alimentares, favorecendo assim a saúde. E a escola é um local propício para discussões a respeito de hábitos alimentares, pois reúne professores, alunos, pais, gestores e merendeiros (JUZWIAK *et al.* 2013; MORAES, GUIZZETTI, 2016; RUIZ, 2014).

Diante desse contexto, o presente trabalho traz o seguinte questionamento: como desenvolver atividades que promovam conhecimentos anatômicos e fisiológicos do sistema digestório a partir da nutrição? Assim objetivou-se realizar o levantamento das concepções prévias de alunos do 6º ano do ensino fundamental II de uma escola municipal situada na região Litoral Centro do estado de São Paulo, a respeito do tema norteador "nutrição" para, a partir disso, elaborar e aplicar uma sequência didática (SD). Ressaltamos que nossa intenção não é avaliar a metodologia de ensino utilizada para a intervenção didática da SD, mas sim: I) averiguar a evolução de conceitos a respeito do aparelho digestório a partir de uma abordagem contextualizada do conteúdo "nutrição" II) identificar se o tema norteador "nutrição" contribui para a aprendizagem com significado de conceitos do sistema digestório.

2. Metodologia

Nesta pesquisa optou-se por utilizar uma metodologia qualitativa, sendo que "os dados recolhidos são designados qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversa" (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p. 16). Em relação às técnicas de coleta de dados da metodologia de pesquisa, foram utilizadas entrevistas semiestruturadas e a observação participante. A entrevista semiestruturada permite a captura imediata da informação e da expressão corporal do entrevistado (GIL, 1999). No presente trabalho essa técnica foi utilizada para realizar o levantamento prévio dos alunos, bem como da modificação, ou não, dessas concepções após a aplicação da SD.

Em relação à observação participante, essa abordagem é de suma importância em pesquisas de cunho educacional, pois "possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, o que apresenta uma série

de vantagens" (LUDKE, ANDRÉ, 1986, p. 26). Para essa pesquisa, uma dessas vantagens é a descrição das atividades, assim como o comportamento dos alunos durante a aplicação da SD². Os dados coletados foram submetidos a análise qualitativa (PATTON, 2015), ou seja, as respostas dos entrevistados foram analisadas de forma a extrair seus pensamentos para posterior interpretação dos fenômenos investigados.

A elaboração e aplicação da SD foram feitas por meio da metodologia dos três momentos pedagógicos descrita por Delizoicov e Angotti (1990), que são: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A etapa da problematização inicial consiste no levantamento das premissas que os alunos já possuem sobre o tema para a partir disso elaborar as atividades didáticas. Já a organização do conhecimento consiste na sistematização da sequência didática. Por fim, a etapa da aplicação do conhecimento visa a interpretação de situações do cotidiano através dos conhecimentos construídos pelos alunos nas demais etapas (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990). Cada um desses momentos está relacionado com os instrumentos de coleta de dados, como demonstrado na Figura 02.

2.1. Procedimento de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada no mês de Abril de 2019 com 23 alunos (9 meninas e 14 meninos) de uma turma de 6º ano do ensino fundamental II de uma escola municipal de São Vicente/SP. Na etapa inicial foi realizado o levantamento das concepções prévias dos alunos por meio de uma entrevista semiestruturada, e na etapa final novamente foi realizada uma entrevista, porém com a participação de 20 alunos (três a menos do que na entrevista inicial, pois esses participantes não estavam presentes no dia da entrevista). As entrevistas foram feitas de forma presencial em uma sala de vídeo da escola participante e foram gravadas em áudio para posterior análise. A

consentimento livre e esclarecido. O projeto foi autorizado pelo comitê de ética.

² Os pesquisadores informaram sobre sua identidade e os objetivos da pesquisa para a direção da escola, alunos e pais, que assinaram os termos de assentimento e

coleta de dados foi realizada em três etapas (Figura 2).

Etapa I – Problematização inicial/entrevistas iniciais

É referente ao primeiro momento pedagógico da metodologia didática, e ao levantamento das concepções prévias dos alunos, que foi realizado por meio de uma entrevista semiestruturada com as seguintes questões:

- a) O que acontece com o alimento depois que você come? (nessa questão foi solicitado aos alunos que preenchessem um desenho com os órgãos do sistema digestório);
- b) O que significa a palavra nutrição?
- c) Por que é preciso se alimentar?;
- d) Por que tomar refrigerante faz mal à saúde?;
- e) Por que é importante fazer esportes/exercícios?

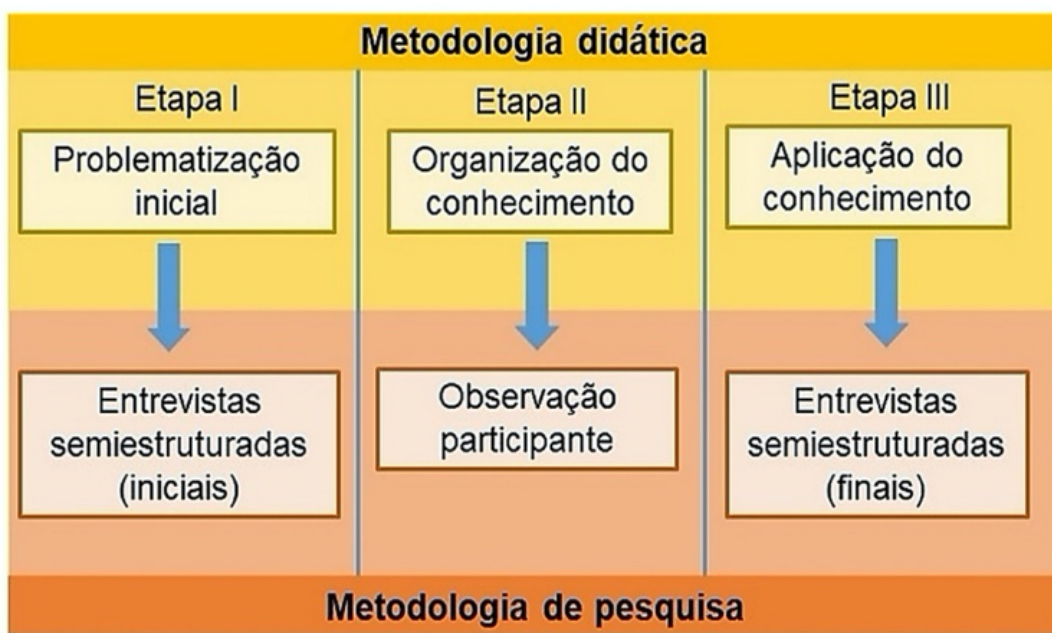


Figura 2. Etapas da coleta de dados relacionados com a metodologia didática. Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Etapa II – Organização do conhecimento/observação participante

Trata-se do segundo momento da metodologia didática em que foi elaborada e aplicada uma SD a partir da análise dos dados das entrevistas semiestruturadas, sendo que os desenhos feitos pelos participantes serviram de premissa para a elaboração das atividades da SD. Além disso, foi realizada a observação participante durante as aulas.

Etapa III – Aplicação do conhecimento/entrevistas finais

Corresponde ao terceiro momento da metodologia didática em que, para verificar a aprendizagem, foram reaplicadas as entrevistas semiestruturadas contendo as mesmas questões da primeira etapa e a inclusão da seguinte pergunta: “Você passou a comer algum alimento que não comia antes?”. As entrevistas foram feitas logo após o término da aplicação da SD, pois como mencionado anteriormente tínhamos o objetivo de averiguar a evolução da concepção dos alunos.

3. Resultados e discussão

Os resultados foram organizados respeitando as etapas do processo de coleta de dados supramencionados, e listados abaixo:

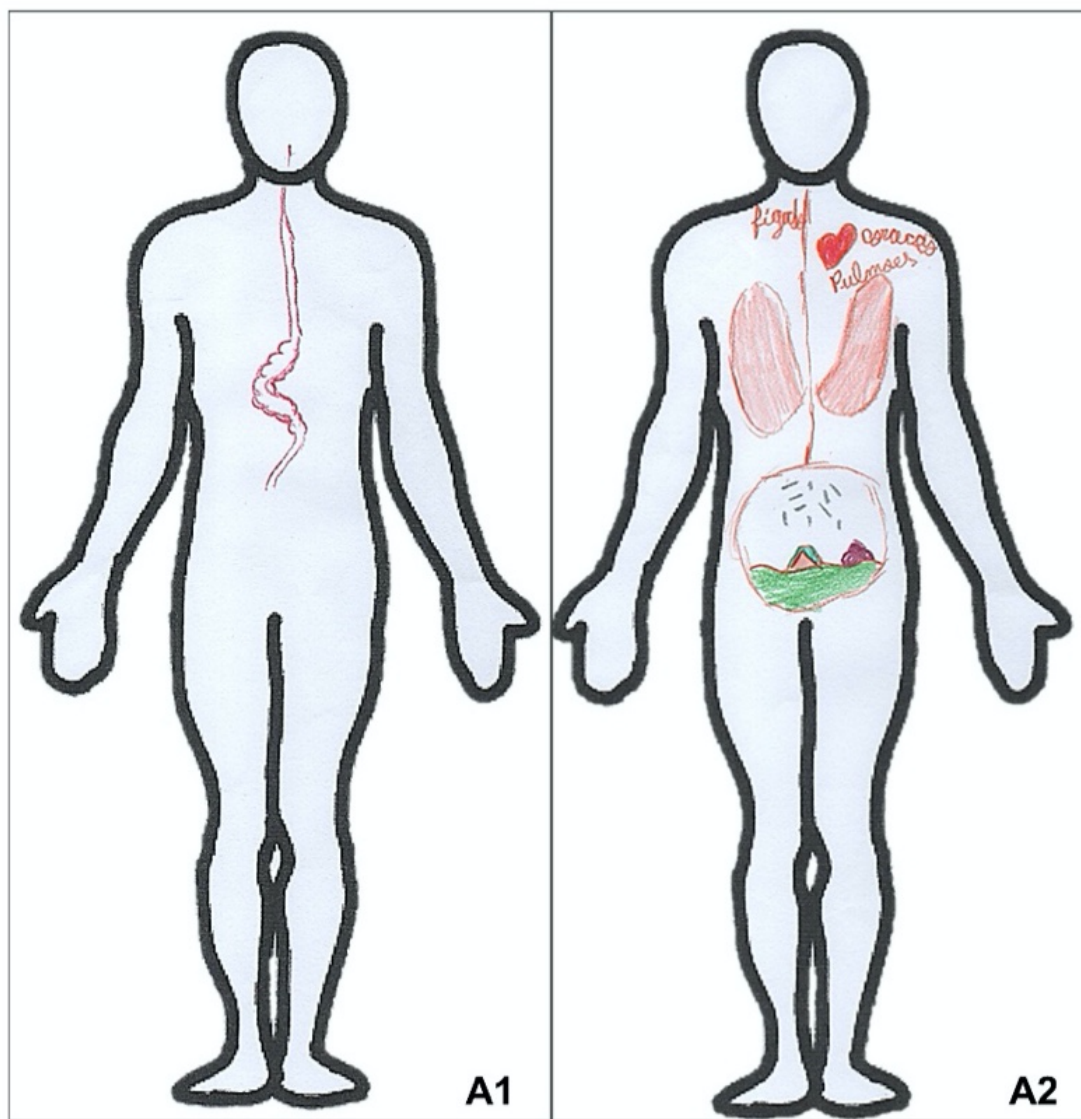


Figura 3. Desenhos antes da SD dos alunos A1 e A2. Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Etapa I – Problematização inicial/entrevistas iniciais

A) Para onde vai o alimento depois que você come?

Os discentes explicaram os desenhos (Figura 3) da seguinte forma:

“Vai para o estômago” (A1)

“Os nutrientes ruins são eliminados pelas fezes e os bons sei lá” (A2)

A ideia de que o sistema digestório corresponde a um tubo já era esperada pelos pesquisadores, pois essas informações estão em consonância com a literatura, que demonstra uma concepção morfológica reducionista dos estudantes do ensino fundamental em relação a esse sistema

fisiológico (GONZALEZ, PALEARI, 2006; RIGHI et al. 2012).

B) O que significa a palavra nutrição?

A tabela 1 demonstra que uma grande parte dos alunos (65%) já tinham ouvido a palavra “nutrição”, contudo não sabiam explicar seu significado. Parte dos discentes (26%) relacionaram a nutrição com a ingestão de

alimentos saudáveis e 9% com questões estéticas, conforme exemplificado:

“Nutrição está relacionado com o bem-estar, emagrecimento” (A2)

“Nutrição é para você ficar saudável” (A6)

Tabela 1. Concepções *a priori* dos discentes sobre a palavra “nutrição” e sobre a necessidade de se alimentar. Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

O que significa a palavra “nutrição”?				
	Corpo	Alimento	Não sabe explicar	Processo biológico
Concepções <i>a priori</i>	9%	26%	65%	0%
Por que é preciso se alimentar?				
	Sobrevivência	Crescimento	Doença	Energia
Concepções <i>a priori</i>	61%	13%	26%	0%

C) Por que é preciso se alimentar?

Na tabela 1 observa-se que 61% dos alunos responderam que é necessário se alimentar para “não morrer”, ou seja, relacionavam, através de associações simples, a alimentação à sobrevivência. Já 13% dos alunos comentaram “para crescer”, “ter mais força”, enquanto 5% à prevenção de doenças e mal estar como dor de cabeça, desmaios e palidez, como explicado pelos seguintes alunos:

“Pra gente não morrer de fome” (A7)

“A gente tem que comer para não ficar com fome” (A8)

“Pra não acontecer coisas do tipo como desmaiar, ficar com dor de cabeça e várias outras coisas” (A9)

“Pra não morrer de fome. O lanche da escola já mata a fome de quem não tem.” (A10)

Na fala de A10 o “lanche” é a merenda que é servida na escola. Por isso, percebe-se a

importância do fornecimento de uma merenda de qualidade.

D) Por que tomar refrigerante faz mal à saúde?

Por meio da Tabela 2 observa-se que 35% dos alunos sabem que o refrigerante faz mal à saúde, porém não conseguem explicar o motivo. Os demais propõem como explicação que o consumo de refrigerante pode provocar doenças como dor de barriga e diabetes (22% dos alunos). Além disso, apenas 17% dos alunos comentaram a respeito da quantidade de açúcar no refrigerante, sendo esse o maior malefício. Outros 17% falaram sobre a presença de gás, que “pode causar irritação no estômago”, 4% comentaram sobre a acidez e 4% relataram que o refrigerante causa estrias. Como exemplificado pelas respostas a seguir,

“Se tomar muito refrigerante a pessoa pode ter aquela doença... diabetes” (A9)

“Porque Coca-Cola dá estria e eu estou cheia de estria” (A2)

“Minha mãe falou que se tomar muito refrigerante tem um ácido que vai queimando aos poucos” (A12)

“Muito refrigerante dá dor de barriga” (A11)

Observa-se, na fala de A2, a preocupação com a parte estética do corpo, enquanto na fala de A12 a concepção de que a família é o primeiro núcleo para obtenção de informação a respeito dos hábitos alimentares.

Tabela 2. Concepções *a priori* dos discentes em relação aos malefícios do refrigerante e da importância da prática de atividade física. Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

Por que tomar refrigerante faz mal à saúde?						
	Açúcar	Gás	Estrias	Doenças	Acidez	Não sabe explicar
Concepções <i>a priori</i>	17%	17%	4%	22%	4%	35%
Por que é importante fazer esportes/exercícios?						
	Saúde	Fortalecimento	Gasto energético	Evitar doenças	Não saber explicar	
Concepções <i>a priori</i>	40%	17%	4%	9%	30%	

E) Por que é importante fazer esportes/exercícios?

Na tabela 2 é observado que 40% dos alunos relacionaram a prática de esportes à saúde, mas não conseguiram explicar os benefícios da prática regular de exercícios físicos. Com o avanço da tecnologia a inatividade física, ou seja, o sedentarismo, tornou-se uma realidade em adultos, mas também na população infanto-juvenil. Por isso, as atividades físicas influenciam a saúde biológica, pois reduzem o risco do desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs). Além disso, a prática de exercícios influencia na saúde psicológica auxiliando nos níveis de estresse e ansiedade (CRUZ, PINTO, 2018). No entanto, os alunos não identificaram essas importâncias e 30% não conseguiram responder à questão. Alguns alunos (17%) comentaram sobre o fortalecimento (referente aos ossos e músculos), 9% falaram que a prática de exercícios evita doenças, e apenas 4% referiram-se ao esporte como uma forma de gastar energia. Algumas falas demonstram isso:

“Dá mais firmeza, mais saúde, deixa o corpo mais seguro, balanceado.”(A9)

“Traz saúde e bem-estar” (A1)

“Porque o esporte ajuda a gente a fazer coisas” (A12)

“Dá para ficar mais disposto” (A7)

Por meio dos dados obtidos na etapa I, percebe-se que as concepções dos alunos em relação aos aspectos morfofisiológicos do sistema digestório, bem como da alimentação e nutrição, são marcadas apenas por aspectos relacionados à biologia do sistema digestório. Desse modo, observa-se que é necessária uma amplificação dessa temática de forma interdisciplinar para que nesses conceitos generalistas possam ser incorporados aspectos econômicos, sociais e culturais do ato alimentar, além de reflexões sobre os próprios hábitos alimentares.

Etapa II – Organização do conhecimento/observação participante

A elaboração da SD teve como base o levantamento das concepções espontâneas acima apresentadas e, como documento norteador, a BNCC (BRASIL, 2017).

O principal objetivo da SD foi proporcionar um encadeamento de assuntos relacionados à nutrição de forma que os educandos não apenas identificassem os alimentos considerados “saudáveis” e “não saudáveis”, mas que

compreendessem o que acontece no corpo quando esses alimentos são ingeridos, ou seja, que se abordassem, numa perspectiva contextualizada e transversal, aspectos da

anatomia e da fisiologia humana. Os detalhes de cada aula com os conteúdos e objetivos encontram-se nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3. Detalhes dos objetivos das aulas em ciências.

Tema (1º e 2º aula)	Digestão e ingestão dos macronutrientes.
Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none">• Identificar as premissas dos alunos em relação ao tema de nutrição.• Compreender o surgimento da nutrição.• Reconhecer os três princípios macronutrientes (carboidratos, lipídios e proteínas) na alimentação diária.• Verificar em quais órgãos do sistema digestório acontece a digestão e a ingestão dos macronutrientes.• Reconhecer os órgãos do sistema digestório, incluindo os órgãos anexos.
Recursos didáticos	Roda de conversa, modelo didático do sistema digestório, imagens ilustrativas, lousa.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021

Tabela 4. Detalhes dos objetivos das aulas de matemática.

Tema (3º e 4º aula)	Consumo energético.
Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none">• Adquirir conhecimentos de pesos e medidas• Identificar os melhores e piores alimentos do mundo.• Identificar as causas da diabete e obesidade.• Conhecer as dietas hipocalóricas e hipercalóricas• Interpretar rótulos alimentares.
Recursos didáticos	Balança, fita métrica, açúcar, embalagem de alguns alimentos.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021

Tabela 5. Detalhes dos objetivos das aulas de educação física.

Tema (5º e 6º aula)	Gasto energético durante as atividades aeróbicas.
Objetivo específico	<ul style="list-style-type: none">• Identificar os alimentos que devem ser consumidos antes e depois de uma atividade física.• Relacionar gasto de energia e movimento.• Calcular os batimentos cardíacos em repouso, depois de uma caminhada e depois de uma corrida.• Promover a escolha de recursos alimentares e nutritivos mais saudáveis.
Recursos didáticos	Papel, lápis, calculadora, massinha.

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

Os alunos participaram ativamente das aulas durante a aplicação da SD. Nas aulas de ciências, desenvolvidas pelas próprias pesquisadoras,

resgatou-se uma breve história da nutrição: no passado acreditava-se que as doenças estavam relacionadas às punições de deuses, no entanto

Hipócrates, considerado o “pai da medicina”, rompeu com esse paradigma relatando que as doenças estavam associadas às mudanças climáticas e aos hábitos alimentares (GUSMÃO, 2004). Além disso, os alunos tiveram a oportunidade de compreender a importância da obtenção de energia e nutrientes provenientes dos alimentos para a realização das atividades diárias e vitais.

Já nas aulas de matemática foram trabalhados os conceitos de gasto e consumo energéticos. Para despertar a curiosidade dos alunos comentou-se sobre os alimentos mais ou menos saudáveis que compõem a dieta da maioria da população. Destacou-se que o refrigerante, consumido diariamente pelos alunos, é um dos alimentos que mais trazem malefícios à saúde, por ter alto teor energético e baixo teor nutricional. Essas informações são todas de natureza científica, pois de acordo com Tomaz *et al.* (2014):

O refrigerante e as bebidas açucaradas apresentam elevada densidade energética resultante do alto conteúdo de açúcar e alto índice glicêmico. Ressalta-se que uma lata de refrigerante do tipo cola contém cerca de sete a nove colheres de sopa de açúcar, portanto, os refrigerantes fornecem elevada densidade calórica, sem nenhum valor nutricional. (TOMAZ *et al.* 2014, p. 189)

Como o hábito de ingerir refrigerante é comum entre crianças e adolescentes é importante que isso seja trabalhado em sala de aula, criando uma ponte entre os aspectos socioculturais dos alunos e os conteúdos de nutrição. Já em relação aos melhores alimentos, os alunos mostraram-se surpresos, pois não sabiam que o leite materno e o ovo figuram entre eles (RIBEIRO, OLIVO, 2017). Antigamente, acreditava-se que o ovo era um vilão por aumentar o colesterol, porém essa ideia foi recentemente desmistificada, pois “contrariamente ao que se acreditava no passado gera um efeito positivo, com numerosos benefícios para a saúde, especialmente, na diminuição do risco de doença cardíaca (RIBEIRO, OLIVO, 2017, p. 9). Portanto, o ovo

tem sido considerado uma fonte nutritiva e de fácil acessibilidade financeira.

Ainda nas aulas de matemática, cada aluno se pesou e mediu a própria altura. A ideia inicial era que os alunos calculassem o quanto de energia podem consumir por dia em função do seu índice de massa corpórea, porém mostraram muita dificuldade na realização das contas. Por isso, a atividade de cálculos de calorias foi substituída pelo cálculo dos batimentos cardíacos, e essas aferições foram realizadas na aula de educação física.

A aula de educação física foi aquela em que os alunos estavam mais empolgados, pois realizaram atividade de corrida. O objetivo da aula era que os alunos verificassem que em um exercício físico mais intenso a frequência dos batimentos cardíacos aumentam em função do aumento da demanda energética dos tecidos, resultando em um gasto energético maior.

Ao final da aplicação da SD, os alunos foram convidados a propor um prato com alimentos nutritivos e saudáveis numa atividade lúdica com massinha de modelar. Os resultados encontram-se na Figura 4. Percebe-se que os alunos sugeriram a ingestão de ovos, que é um alimento benéfico para o corpo, como já mencionado. Recomendaram, também, a ingestão de arroz, que é um alimento de alto valor energético, legumes e verduras, que fazem parte dos alimentos reguladores, e a carne e o feijão, representando os alimentos construtores. Ou seja, verificou-se a aquisição dos saberes científicos referentes aos benefícios do consumo do ovo por parte dos alunos, e da importância de uma variedade alimentar que contemple os alimentos construtores, reguladores e energéticos na alimentação diária.

Etapa III – Aplicação do conhecimento/entrevistas finais

A) Para onde vai o alimento depois que você come?

Após a aplicação da SD os alunos desenharam e explicaram novamente os desenhos ilustrados na Figura 5.

“Primeiro vai para a boca, aí vai para a faringe [coloca a mão no pescoço], esôfago, estomago e vem o intestino delgado e grosso” (A1 e A2).

Percebe-se que os alunos, antes da SD, não identificavam a boca como um órgão por onde

passam os alimentos. Depois, essa concepção foi alterada, e juntamente outros órgãos do sistema digestório foram identificados.

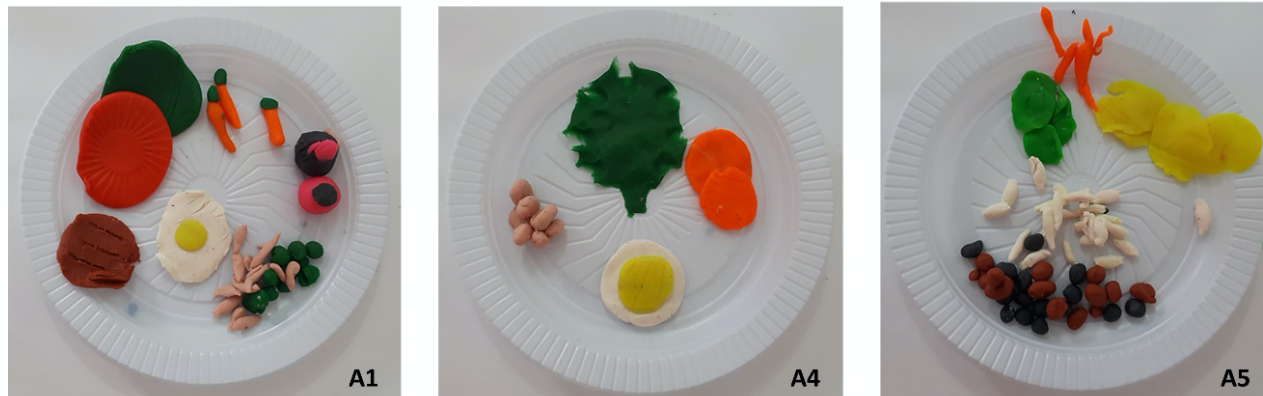


Figura 4. Pratos nutritivos e saudáveis propostos pelos alunos A1, A4 e A5. Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

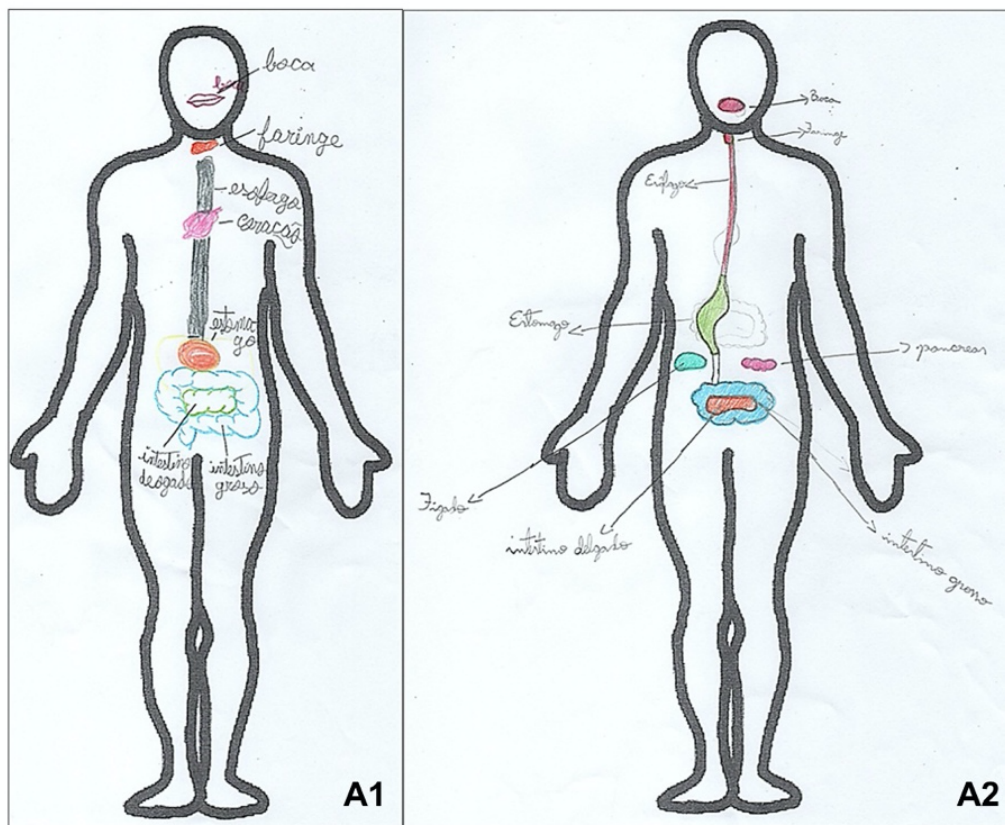


Figura 5. Desenhos após a sequência didática dos alunos A1 e A2. Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

B) O que significa a palavra nutrição?

Após a aplicação da sequência didática, 65% dos alunos (Tabela 6) conseguiram compreender a intrínseca relação entre corpo e alimento, como representada nas falas abaixo:

“Nutrição é a relação do homem com o alimento. Tem o Hipócrates que você falou” (A2)

“Nutrição é boa comida, é a relação do homem com o alimento que tem as proteínas, carboidratos e lipídeos” (A6)

“Nutrição é pra gente viver. Tem aquele cara que você falou que a doença não é por causa de Deus é por causa do alimento” (A7)

Nas falas observa-se que a parte histórica foi algo que atraiu a atenção dos alunos. Portanto, a história da ciência é algo relevante não somente para esse tema, mas para ambientar e introduzir outros assuntos dentro das ciências (ATAIDE, SILVA, 2011). Isso pode ser mais explorado dentro das pesquisas acadêmicas, pois a história da ciência mostrou-se uma aliada na incorporação de aspectos históricos e culturais da alimentação. Alguns alunos (25%) ainda continuaram relacionando a nutrição apenas com a ingestão de alimentos saudáveis, e 10% dos alunos não conseguiram explicar, pois não participaram das aulas.

Tabela 6. Concepções *a posteriori* dos discentes sobre a palavra “nutrição” e sobre a necessidade de se alimentar.

O que significa a palavra “nutrição”?				
	Corpo	Alimento	Não sabe explicar	Processo biológico
Concepções <i>a posteriori</i>	0%	25%	10%	65%
Por que é preciso se alimentar?				
	Sobrevivência	Crescimento	Doença	Energia
Concepções <i>a posteriori</i>	0%	25%	5%	70%

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

C) Por que é preciso se alimentar?

Posteriormente às aulas, o conceito de “para não morrer” foi substituído pelo da obtenção de energia, já que 70% dos alunos comentaram isso (Tabela 6), ou seja, as primeiras concepções de uma alimentação para realização das atividades básicas e manutenção das atividades vitais foram construídas. No entanto, 5% dos participantes mantiveram uma visão simplista relacionada à necessidade alimentar, de que serve para não ocorrer tontura e palidez. E os demais, 25%, mencionaram a importância da alimentação no crescimento. Sobre a importância da alimentação, os alunos reportaram:

“Para ter uma boa saúde, para ter energia que é usada para correr, jogar bola, para estudar, para fazer os afazeres, para o coração bater” (A7)

“Para ter força, energia” (A8)

“Para ter energia para fazer as atividades físicas, para o coração bater” (A9)

“Para ter vitamina C, para ter energia para viver, para fazer exercícios” (A10)

D) Por que tomar refrigerante faz mal à saúde?

Os educandos responderam novamente à questão e todos comentaram sobre a enorme quantidade de açúcar presente nos refrigerantes, como representado na Tabela 7. Essa foi uma

preocupação dos pesquisadores, pois o refrigerante representa uma bebida muito consumida pelas crianças. Contudo, os estudantes não sabiam que o maior malefício é o alto teor energético (presença do açúcar) e baixo teor nutricional. É importante ressaltar que as premissas dos alunos serviram como ponto de partida, pois o consumo de refrigerante, juntamente com outros fatores, impulsiona o aparecimento de diabetes. Os alunos foram capazes de comentar sobre esses outros prejuízos, contudo, enfatizaram o grande fator maligno que é a presença do açúcar, como relatado:

“Refrigerante tem muito açúcar, aqueles 7 saquinhos aí faz mal, o pirulito também faz mal

[risada]. *Eu não tomo refrigerante nem que me pague. Só em festa eu tomo porque aí você não vai falar para a pessoa ‘traz um suco’”* (A9)

“Faz bastante mal porque tem açúcar” (A2)

“Eu sei que faz mal, mas eu tomo do mesmo jeito, tem muito açúcar” (A12)

“Refrigerante tem gás e tem muito açúcar, tem 7 saquinhos de açúcar” (A11)

Percebe-se na fala dos alunos a aquisição de um conceito científico quando comentaram sobre a quantidade de “7 saquinhos de açúcar”, referindo-se às 7 colheres de sopa de açúcar (aproximadamente 35g) presentes em uma lata de 350 ml.

Tabela 7. Concepções *a priori* dos discentes em relação aos malefícios do refrigerante e da importância da prática de atividade física.

Por que tomar refrigerante faz mal à saúde?						
	Açúcar	Gás	Estrias	Doenças	Acidez	Não sabe explicar
Concepções <i>a posteriori</i>	100%	0%	0%	0%	0%	0%
Por que é importante fazer esportes/exercícios?						
	Saúde	Fortalecimento	Gasto energético	Evitar doenças	Não saber explicar	
Concepções <i>a posteriori</i>	15%	5%	75%	5%	0%	

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021

D) Por que é importante fazer esportes/exercícios?

Após as aulas, principalmente com a atividade de cálculo dos batimentos cardíacos realizada na aula de educação física, 75% dos alunos comentaram sobre a importância da prática de exercícios físicos como uma forma de gasto energético, ou seja, esse grupo de 4% subiu para 75% (Tabela 7). Alguns alunos (15%) continuaram relacionando o hábito a benefícios à saúde de uma forma simplista, porém vale ressaltar que anteriormente às aulas 30% sabiam que a prática de atividades físicas era benéfica, mas não conseguiam explicar o motivo, e os

outros 5% a relacionaram com a diminuição do aparecimento de doenças. Em relação à atividade física, os alunos comentaram:

“Ajuda o nosso corpo, a nossa saúde, os nossos órgãos, ajuda muito a manter o peso” (A9)

“Ajuda para gastar energia e depois repor” (A1)

“Ajuda para gastar energia, para não ficar em casa parado” (A12)

“Para ter mais energia, para acordar melhor, ajuda a manter o peso porque a gente come e tem que gastar” (A7)

Observa-se que as primeiras premissas referentes ao gasto/consumo energético foram construídas pelos alunos, pois “apesar do conceito de energia

ser abstrato e muito amplo, é de grande importância que os alunos, desde cedo, construam os primeiros significados sobre ela” (SILVA et al. 2015, p.130). Além disso, essa relação de gasto/consumo indica um dos benefícios da prática de atividades físicas regularmente, que é o controle da taxa de glicose no sangue.

Por fim, perguntou-se aos alunos se após as aulas eles passaram a experimentar algum alimento que não fazia parte de sua dieta rotineira. Responderam negativamente 40%, enquanto 60%, afirmativamente. Comentaram:

“Experimentei brócolis e amei brocólis. Eu peço para minha mãe fazer brócolis e cenoura” (A9)

“Experimentei abóbora e não gostei” (A14)

“Experimentei tomate e gostei” (A3)

“Eu experimentei a cenoura que não gostava e agora gosto” (A10)

“Experimentei mandioca e gostei mais ou menos. Eu não gostava, minha mãe mandou eu experimentar aí lembrei da senhora que falou da boca, faringe e falei para minha mãe” (A7)

Através das falas de A9 e A7 observa-se que aconteceu uma disseminação do conhecimento no ambiente familiar, sendo esse o núcleo primitivo dos hábitos alimentares (ACCIOLY, 2009). Também ficou evidenciado que a apropriação dos novos conhecimentos pelos alunos contribuiu para novos hábitos alimentares. Isso indica o começo de uma concepção alimentar e nutricional baseada em reflexões pessoais e não apenas na visão biologicista.

4. Conclusão

Diante do exposto, concluímos pela necessidade de superação de estratégias didáticas reducionistas, baseadas na memorização de nomes de órgãos, no ensino do corpo humano. Desse modo, é necessário favorecer atividades pedagógicas que estimulem práticas de autoconhecimento e autocuidado. Por esse motivo, questões de saúde são fundamentais de

serem abordadas dentro do ambiente escolar, pois podem promover modificações benéficas no estilo de vida não apenas de alunos e professores, mas também da sociedade como um todo, contribuindo assim para a diminuição no número de DCNTs, particularmente entre crianças e adolescentes.

Como a saúde está relacionada a hábitos alimentares, percebemos que temas como a nutrição podem auxiliar na superação das perspectivas cartesianas no ensino do corpo humano. Assim, a partir de temas transversais como a nutrição podem emergir percepções sobre o corpo humano mais contextualizadas e reflexivas, e que contemplem os conteúdos específicos de anatomia e fisiologia previstos nos currículos.

No contexto desta pesquisa, a transversalidade foi desenvolvida por meio da SD com propostas de atividades que abordaram os conceitos científicos sobre gasto/consumo energético, histórico do surgimento da nutrição, os malefícios do consumo de açúcar, representação das estruturas internas do corpo e também das habilidades matemáticas desenvolvidas, como unidades de medidas, dentro da qual foi abordado o peso em quilogramas (Kg) e a altura em metros (m) e centímetros (cm). Além disso, os cálculos da frequência dos batimentos cardíacos foram realizados pelos próprios alunos na aula de educação física. Assim, vemos que a temática da nutrição também pode ser explorada em conjunto com outras áreas do conhecimento, como geografia, história, português, física e química, por meio de assuntos que mobilizem o interesse dos estudantes como a alcalinização do sangue, agricultura familiar, dieta paleolítica, influência da mídia nos hábitos alimentares e outros. Esses assuntos considerados abstratos, se abordados de forma contextualizada e transversal, podem fomentar mudanças nos hábitos alimentares, superando assim a visão cartesiana e reducionista do corpo humano.

A trajetória traçada por esta pesquisa permitiu constatar que projetos voltados à nutrição podem contribuir também para a educação em saúde, à

medida em que colaboram para o enfrentamento de problemas relacionados à má alimentação, tais como o diabetes, que afeta principalmente crianças e adolescentes. Neste encaminhamento, sugere-se a inserção da temática de nutrição nos currículos de licenciatura não apenas da área biológica, mas também das demais áreas do conhecimento tendo em vista que é considerada transversal nos documentos norteadores. Além disso, é recomendada a oferta de cursos de formação continuada, para os professores em exercício, que contemplem a transversalidade enquanto ferramenta de ensino permitindo assim uma visão holística do corpo humano, levando ao autoconhecimento e ao autocuidado.

5. Referências

- ACCIOLY, E. A escola como promotora da alimentação saudável. **Revista Ciência em Tela**, v. 2, n. 2, pp. 1-9, 2009.
- ARAUJO, C.; RAMOS, P.; GIANNELA, T. Corpo humano no ensino de ciências: uma revisão da literatura nacional. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Águas de Lindóia, SP, Atas, 2015.
- ATAIDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. C. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **HOLOS**, v. 4, n. 27, pp. 171-181, 2011. DOI: <http://doi.org/10.15628/holos.2011.620>
- AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A. Dificuldades para a implementação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. **Investigação em ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, pp. 139-154, 2007.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto Editora, 1994.
- BEBER, L. C. C.; ARAÚJO, M. C. P.; BIANCHI, V. Sistemas digestório, respiratório e circulatório humanos em livros didáticos de biologia de ensino médio. **Bio-grafia**, v. 10, n. 18, pp. 19-27, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.10num.18bio-grafia19.27>
- BRASIL. Ministério da educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2017.
- BRASIL. Ministério da educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**, 1995.
- BRASIL. Ministério da educação. **Temas contemporâneos transversais na BNCC. Proposta de práticas de Implementação**, 2019.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Marco de Referência De Educação Alimentar e Nutricional Para As Políticas Públicas**, 2012.
- COSTA, I. G.; PAULA, I. L.; GONTIJO, L. M.; TORRES, P. F.; COSTA, A. F. J. Uso do Portifólio como metodologia alternativa no ensino e aprendizagem sobre o sistema digestório: um estudo com alunos do 3º ano do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, pp. 621-632, 2019.
- CRUZ, C. J. S.; PINTO, P. E. P. Os benefícios da atividade física 2018. **Journal of Specialist**, v. 2, n. 2, pp. 1-12, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 1994.
- FERRACIOLI, L. Aprendizagem, Desenvolvimento e Conhecimento na Obra de Jean Piaget: Uma Análise do Processo de Ensino-Aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 80, n. 194, pp. 5-18, 1999. DOI: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.80i194.1001>.
- GIANNELLA, T.; RAMOS, P.; ARAUJO, C. Corpo Humano no ensino de ciências: Uma revisão da literatura Nacional. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Águas de Lindóia, SP, Atas, 2015.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 1999.

- GONZALEZ, F. G.; PALEARI, L. M. O ensino da digestão - nutrição na era das refeições rápidas e do culto ao corpo. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, n.1, pp. 13-24, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100003>
- GUSMÃO, S. História da medicina. **Jornal Brasileiro de neurocirurgia**, v. 15, n. 1, pp. 5-10, 2014.
- GREENWOOD, S. A.; FONSECA, A. B. Espaços e caminhos da educação alimentar e nutricional no livro didático. **Ciência & educação (Bauru)**, v. 22, n. 1, pp. 201-218, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160010013>
- JUZWIAK, C. R.; CASTRO, P. M.; BATISTA, S. H. S. S. A experiência da Oficina Permanente de Educação Alimentar e em Saúde (OPEAS): formação de profissionais para a promoção da alimentação saudável nas escolas. **Ciência & Saúde coletiva**, v. 18, n. 4, pp. 1009-1018, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000400014>
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MORAES, V. R. A.; GUIZETTI, A. R. Percepções de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre o corpo humano. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, n. 1, pp. 253-270, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160010016>
- MOURA, F. N.; LEITE, R. C.; BEZERRA, J. A. B. A educação alimentar e nutricional no ensino de ciência/biologia à luz das publicações na SBEnBio. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 13, n. 1, pp. 172-192, 2020. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v13i1.291>
- MOYES, C. D.; SCHULTE, P. M. **Princípios de fisiologia animal**. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa- características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, v. 1, n. 3, pp. 1-5, 1996.
- OMS. **Obesidade entre crianças e adolescentes aumentou dez vezes em quatro décadas, revela novo estudo do Imperial College London e da OMS**, 2017. Recuperado de https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5527:obesidade-entre-criancas-e-adolescentes-aumentou-dez-vezes-em-quatro-decadas-revela-novo-estudo-do-imperial-college-london-e-da-oms&Itemid=820
- PATTON, M. Q. **Qualitative research & evaluation methods**. 3º ed. London: Sage, 2015.
- RIBEIRO, L. D. T.; OLIVO, R. Ovo – Ingerir ou não ingerir? **Brazilian Journal of Surgery and clinical Research**, v. 17, n. 1, pp. 07-13, 2017.
- RIGHI, M. M. T.; FORGIARINI, A. M. C.; CORREA, T. M. Q. S.; FOLMER, V.; SOARES, F. A. A. Concepções de estudantes do ensino fundamental sobre a alimentação digestão. **Revista Ciência & Ideias**, v. 4, n. 1, pp. 1-17, 2012.
- RAMOS, F. P.; SANTOS, L. A. S.; REIS, A. B. C. Educação alimentar e nutricional em escolares: uma revisão de literatura. **Caderno de Saúde Pública**, v. 29, n. 11, pp. 2147-2161, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00170112>
- RANGEL, M. Educação e saúde: uma relação humana, política e didática. **Educação**, v. 32, n. 1, pp. 59-64, 2009.
- ROSSI, A.; MOREIRA, E. A. M.; RAUEN, M. S. Determinantes do comportamento alimentar: uma revisão com enfoque na família. **Revista nutrição**, v. 24, n. 6, pp. 739-748, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732008000600012>.
- RUIZ, M. Alimentos naturales vs alimentos artificiales ¿un problema real de nutrición?: una propuesta, de enseñanza para grado sexto a partir de las cuestiones sociocientíficas, **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 62-77, 2014.

- SILVA, M. A. C.; FONSECA, A. J. S; SOUZA, D. N. Física e nutrição: interdisciplinaridade do conceito de energia. **Revista Fórum identidade**, v. 18, n. 18, pp. 123-138, 2015.
- SILVA, M. S.; GARCIA, R. N. Base Nacional Comum Curricular: uma análise sobre a temática saúde. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, pp. 320-345, 2020.
- SOARES, J. R. V.; OLIVEIRA, G. F. S. O papel da escola na construção de uma alimentação saudável. **Revista científica multidisciplinar núcleo do conhecimento**, v. 9, n. 1, pp. 176-186, 2019. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/papel-da-escola.
- SOARES, E. L.; VIÇOSA, C. S. C. L.; PESSANO, E. F. C.; FOLMER, V. As representações do corpo humano nos livros didáticos de ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 13, n. 1, pp. 55-72, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.12018>.
- TALAMONI, A. C. B., CALDEIRA, A. M. A. Ensino e aprendizagem de conteúdos científicos nas séries iniciais do ensino fundamental: o sistema digestório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 1-15, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p01>.
- TOMAZA, M., RAMOS, A. A. M., MENDES, L. L. Consumo de refrigerantes e fatores relacionados aos hábitos alimentares de crianças e adolescentes de escolas municipais da Região Nordeste de Juiz de fora. **HU revista**, v. 40, n. 3, pp. 189-1944, 2014.
- VIDOR, P. C., FRISON, M. D., PANSERA, M. C. Apropriação de significados produzidos por estudantes do ensino médio sobre sistema digestório. In: XXI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (ENACED) E I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EM EDUCAÇÃO, n.1, 2020.
- ZANCUL, M. S. Consumo alimentar de alimentos nas escolas de ensino fundamental em Ribeirão Preto (SP). Dissertação (Mestre em Saúde na Comunidade) – Departamento de Medicina Social, Universidade de São Paulo, p. 85, 2004.



AS CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS ACERCA DO MELANISMO INDUSTRIAL: ANÁLISE DA TEMÁTICA EM LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS PELO PNLD 2018

SCIENTIFIC CONTROVERSIES REGARDING INDUSTRIAL MELANISM: ANALYSIS OF THE THEME IN TEXTBOOKS APPROVED BY PNLD 2018

CONTROVERSIAS CIENTÍFICAS SOBRE EL MELANISMO INDUSTRIAL: ANÁLISIS DEL TEMA EN LIBROS DE TEXTO APROBADOS POR PNLD 2018

Lucyana Nayara Afonso Silva*, **Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade****

Silva, L.N.; De Andrade, M.A. (2022). As controvérsias científicas acerca do melanismo industrial: análise da temática em livros didáticos aprovados pelo pnld 2018. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v17, n3. pp. 626- 642. DOI: 10.14483/23464712.17037

Resumo

Há uma crescente preocupação com a estruturação dos materiais didáticos, já que são importantes materiais curriculares. As pesquisas na área de ensino, apontam a importância da inserção e pesquisa acerca das controvérsias científicas. No entanto, existe poucos estudos que analisam a inserção das controvérsias científicas nos livros didáticos. Por muito tempo o melanismo industrial foi discutido pela comunidade científica, tornando-se uma controvérsia científica. A investigação deste trabalho consiste em analisar como a controvérsia científica referente ao melanismo industrial é abordado nos livros didáticos brasileiros do Terceiro ano do Ensino Médio. Sendo assim, selecionamos os livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018. A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa, de cunho bibliográfico e utilizamos a técnica de Análise de Conteúdo. Na pré-análise identificamos que apenas seis livros abordaram a temática melanismo industrial, sendo que apenas três discutiram como controvérsia científica. Diante dos nossos resultados pode-se indicar que embora alguns autores dos livros didáticos apresentassem os temas controversos, tal apresentação até este momento expõe problemas e equívocos

Palavras-Chave: Biologia; Educação; Educação pública; Epistemologia da ciência.

Abstract

There is a growing concern with the structuring of teaching materials, since they are important curricular materials. Research in the field of teaching, points to the importance of insertion and research about scientific controversies. However, there are few studies analyzing the insertion of scientific controversies in textbooks. For a long time, industrial melanism was discussed by the scientific community, becoming a scientific controversy. The investigation of this work consists of analyzing how the scientific controversy regarding industrial melanism is addressed in Brazilian textbooks of the third year of high school. Therefore, we selected the textbooks approved by PNLD 2018. The research followed a qualitative approach, of bibliographic nature and

Fecha de envío: sept 2020 / Fecha de aprobación: jun de 2022

* lucyana_silva@hotmail.com

** Universidade Estadual de Londrina, marianaandrade@uel.br e ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1945-4606>

we used the technique of Content Analysis. In the pre-analysis we identified that only six books addressed the theme of industrial melanism, and only three discussed it as a scientific controversy. In view of our results, it can be indicated that although some authors of the textbooks presented the controversial themes, this presentation so far exposes problems and mistakes.

Keywords: Biology; Education; Public education; Epistemology of science

Resumen

Existe una creciente preocupación por la estructuración de los materiales didácticos, ya que son materiales curriculares importantes. La investigación en el campo de la docencia apunta a la importancia de la inserción e investigación sobre controversias científicas. Sin embargo, existen pocos estudios que analicen la inserción de controversias científicas en los libros de texto. Durante mucho tiempo, el melanismo industrial fue discutido por la comunidad científica, convirtiéndose en una controversia científica. La investigación de este trabajo consiste en analizar cómo se aborda la controversia científica sobre el melanismo industrial en los libros de texto brasileños de tercer año de secundaria. Por ello, seleccionamos los libros de texto aprobados por el PNL D 2018. La investigación siguió un enfoque cualitativo, de carácter bibliográfico y utilizamos la técnica de Análisis de Contenido. En el pre-análisis identificamos que solo seis libros abordaron el tema del melanismo industrial, y solo tres lo discutieron como una controversia científica. A la vista de nuestros resultados, se puede indicar que, aunque algunos autores de los libros de texto presentaron los temas controvertidos, esta presentación hasta el momento expone problemas y errores.

Palabras clave: Biología; Educación; Enseñanza pública; Epistemología de la ciencia.

1. Introdução

As controvérsias científicas caracterizam-se como parte do processo de construção da Ciência, reconhecer tais controvérsias como papel importante da Ciência faz parte do processo de compreensão da natureza do conhecimento científico. Pesquisas na área de ensino apontam a importância da inserção acerca dessas controvérsias para a educação científica como também apontam os poucos estudos em relação às controvérsias em materiais didáticos. Este trabalho considerou essa lacuna como um objetivo de investigação e assim, nosso tema de pesquisa envolve analisar a presença de controvérsias científicas em materiais didáticos relacionados ao ensino de Biologia, mais especificamente como as controvérsias científicas são abordadas nos livros didáticos. Nosso estudo envolveu uma análise dos livros didáticos brasileiros do terceiro ano do Ensino

Médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático [PNLD] 2018 a fim de verificar se há a presença da controvérsia científica relacionada ao melanismo industrial e como ela é abordada.

A construção do quadro teórico desta pesquisa envolve: compreender os aspectos gerais do livro didático; a importância da História e a Filosofia da Ciência para o ensino de controvérsias científicas; a construção de um conhecimento do processo evolutivo sob o olhar das controvérsias científicas. Tal quadro dará suporte para apresentarmos o percurso metodológico e os resultados e análises.

2. O livro didático e Aspectos da evolução biológica

Consideramos a importância dos livros didáticos como objeto de pesquisa porque são registros públicos e históricos do provável cenário educacional e dos conteúdos neles ensinados em

um dado período. Durante o avanço do Brasil perante o processo de escolarização, também ocorreu uma reestruturação na produção dos livros didáticos. As metodologias de ensino na primeira metade do século passado tinham o professor como uma figura central, nas décadas subsequentes, com a democratização do ensino, os princípios metodológicos passaram a ser associados pelo papel que os livros didáticos representam no ensino (Frison *et al.* 2009).

Os livros didáticos de Biologia caracterizam-se como importantes materiais curriculares, que tem como necessidade propiciar a discussão sobre a perspectiva da realidade, além de incentivar a habilidade investigativa do aluno. É perceptível que o professor participa desse processo, já que, de acordo com Batista, Cunha e Cândido (2010 p. 146), o professor deve ser qualificado para a utilização desse recurso para promover nos alunos experiências pedagógicas significativas e diversificadas. Badzinski & Hermel (2015) apontam a importância de que sejam realizadas diversas pesquisas com livros didáticos para que estes trabalhos possam ser disponibilizados aos professores para auxiliar na sua prática docente. Os livros didáticos de Biologia do Ensino Médio constituem no Brasil, o principal meio de transposição de conteúdo do conhecimento científico para o conhecimento escolar (Kawasaki & El-Hani, 2002). Ao analisar a distribuição desses conteúdos nos livros didáticos percebe-se que em relação aos conteúdos de evolução, os Parâmetros Curriculares Nacionais [PCN] propõem os seguintes tópicos: origem da vida; evidências fósseis; estruturas homólogas e análogas; estruturas vestigiais; fixismo; Lamarck; Darwin, seleção natural; isolamento reprodutivo; processos evolutivos complementares; equilíbrio genético; especiação; irradiação adaptativa e convergência evolutiva.

Como apontado por Dalapicolla *et. al* (2015), esta apresentação de conteúdos demonstra uma visão apenas conteudista dos processos evolutivos, e reforça que a abordagem da Evolução nos livros didáticos é superficial e fragmentada. Segundo o autor:

[...] a forma descritiva utilizada para a exposição dos conceitos evolutivos não auxilia na construção de uma visão evolutiva integrada. Constatamos que há diferenças significativas nas abordagens e qualidade da exposição do conteúdo de Evolução entre as coleções, ainda que todas tenham sido aprovadas pelo PNLD (DALAPICOLLA *et. al*, 2015 p. 162).

Com isso, decidimos analisar dentro do conteúdo de evolução biológica o tópico referente à seleção natural, mais especificamente como a temática a respeito do melanismo industrial é apresentada nos materiais didáticos analisados. O melanismo industrial oportuniza discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural. Com as pesquisas publicadas recentemente, os pesquisadores chegaram à conclusão de que as mariposas são realmente um exemplo clássico da evolução, porque por meio dela é possível observar a seleção natural em ação (Rumjanek, 2016). Como será apresentado, o enfoque para a pesquisa ocorrerá sob a ótica de aspectos da História e Filosofia da Ciência.

2.1. História e a Filosofia da Ciência

As pesquisas nos últimos 30 anos apontam que as dificuldades no processo de ensino e de aprendizagem da evolução biológica atingem praticamente todos os níveis da educação, algumas maneiras de diminuir essa dificuldade estão relacionadas com a unificação dos conteúdos, uma contextualização entre o conhecimento científico e o escolar e a inserção da História e da Filosofia da Ciência no ensino (Ortiz & Silva, 2018).

O papel da História e da Filosofia da Ciência fica ainda mais pertinente no campo da educação científica e ao abordá-la no ensino possibilita-se que o professor evite a omissão das dificuldades, proponha metodologias alternativas e discuta que o processo do conhecimento científico é feito de maneira gradativa e lenta e, mais do que isso, possibilita tornar o conhecimento científico mais acessível para o aluno. Todas essas possibilidades para o ensino exigem a integração da História e da Filosofia da Ciência no currículo de Biologia,

das escolas e dos programas de formação de professores (Martins & Brito, 2006).

Ao entender as controvérsias por meio da História e Filosofia da Ciência tem-se tanto o seu caráter descritivo e explicativo como também a possibilidade de uma visão analítica dos fenômenos estudados. Mesmo que os PCN apresentam o conteúdo de evolução em alguns tópicos o mesmo documento propõe que a contextualização histórica seja feita através da comparação de explicações científicas propostas em diferentes épocas além de uma apresentação dos conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, ou seja, ao inserir a História e a Filosofia da Ciência no ensino dando ênfase nas controvérsias científicas é possível uma contextualização adequada do conhecimento científico (Brasil, 2002).

Desde o ano de 2019 o PCN deixou de ser o documento que orientava a educação e a Base Nacional Comum Curricular [BNCC] passou a ser o novo documento. As orientações propostas pela BNCC também seguem essa ideia da contextualização histórica por meio de discussões a respeito da construção do conhecimento científico em diferentes épocas (Brasil, 2018).

Quando falamos de Ciência quase sempre conseguimos relacionar as controvérsias científicas com as importantes mudanças na forma de analisar os fenômenos no decorrer de uma época. Com isso, aos poucos a visão da ciência como um método infalível e indubitável é ultrapassada. As controvérsias surgem de erros detectáveis e corrigíveis, e que podem expressar diferentes visões de mundo, fundamentações teóricas distintas e objetivos de pesquisa diversos, “a ciência é uma das poucas atividades humanas – talvez a única – na qual os erros são sistematicamente criticados e com bastante frequência, com o tempo, corrigidos” (Popper, 1963 p. 281).

Em meados dos anos 1950, mediante pesquisa de autores como Stephen Toulmin, Paul Feyerabend, Thomas Kuhn e outros, uma nova forma de olhar para a Ciência veio à tona.

Algumas áreas dentre elas, a História da Ciência e, posteriormente, a sociologia e a retórica da Ciência levaram ao reconhecimento de que fatores históricos, pessoais, culturais e sociais são componentes da Ciência (Ferrador, 2018).

A pesquisa das controvérsias contribui para uma descrição realista da práxis da ciência. As controvérsias são indispensáveis para a formação, evolução e avaliação das teorias científicas, pois é a partir dessas controvérsias que se exerce a crítica, ou seja, permite melhorar e controlar seja a estruturação, seja o conteúdo empírico das teorias científicas (Dascal, 1994). Mendelsohn (1987) aponta que as controvérsias são fundamentais para a produção de conhecimentos nas Ciências, e que o conflito é um resultado natural da estrutura do empreendimento científico.

É possível examinar caso a caso como são as controvérsias na prática e o porquê de seguirem determinados caminhos. Os desacordos e a suspensão do consentimento não são mais considerados estranhos à Ciência, mas sim essenciais a ela. Para ser considerado controvérsia, um desacordo deve: ser contínuo; ter argumentos e contra-argumentos; apresentar intercâmbios públicos, isto é, ser expresso por ambos os lados de forma escrita e oral, para que outros possam vir a julgar os seus méritos. Para além de termos, sinônimos e definições, a essência de uma controvérsia e sua distinção para o desenvolvimento científico é o que torna mais relevante a sua análise, discordâncias sobre conceitos, métodos, interpretações e aplicações são a força vital da Ciência e um dos fatores mais produtivos da sua construção (McMullin, 1987). Conhecer aspectos da História e Filosofia da Ciência e seus impactos sociais é papel, também do Ensino de Ciências. Nesse sentido, as controvérsias tornam-se pontos importantes de discussão e estudo para alunos, também, da educação Básica. Peduzzi e Raicik (2017) dizem que as controvérsias são constituintes produtivos para o conhecimento pois explicitam os pressupostos teóricos e metodológicos dos pesquisadores e viabilizam análise de seus fundamentos.

No Ensino de Ciências as controvérsias científicas podem ser anexadas como componente de um debate mais abrangente, no qual está em jogo a indispensabilidade dos discursos e práticas escolares trabalharem perspectivas sobre a Ciência. Abrange-se na perspectiva de pensar em objetivos educacionais mais amplos que apenas assimilação de conteúdos científicos, tais como a qualificação dos alunos para que eles possam tomar decisões diante de adversidades que acontecem em suas vidas cotidianas que envolvam Ciência e Tecnologia (Ramos & Silva, 2007).

Nas últimas décadas, muitos estudiosos têm se interessado pela apreciação de controvérsias na ciência, pois, é nas “controvérsias onde se exerce a atividade crítica, constitui-se dialogicamente o sentido das teorias, produzem-se as mudanças e inovações, e se manifesta a racionalidade ou irracionalidade do empreendimento científico” (Dascal, 1994 p. 78).

O Ensino de Ciências requer uma compreensão dos debates na ciência e, conseqüentemente, de concepções sobre a Ciência que eles suscitam. Kipnis (2001) argumenta que uma das formas mais produtivas de se utilizar a História e a Filosofia da Ciência em sala de aula é por meio de uma discussão aprofundada de controvérsias científicas.

As controvérsias científicas constituem parte dos estudos da História e Filosofia da Ciência e surgem de equívocos detectáveis e corrigíveis, e que podem expressar fundamentações teóricas distintas e objetivos de pesquisa diversos. Ao falarmos em controvérsias científicas estamos utilizando a definição de McMullin de que controvérsia científica é “uma disputa conduzida publicamente e persistentemente mantida sobre uma questão de crença considerada significativa por um número de cientistas praticantes” (McMullin, 1987 p. 51, *tradução nossa*).

3. Aspectos das controvérsias científicas e a relação com o ensino de evolução

Ao adotarmos a definição de McMullin (1987) de que controvérsia é uma disputa pública acerca de

uma questão científica devemos também compreender que existem três pontos importantes em sua caracterização: (1) uma controvérsia científica é um evento que perdura por um período; (2) ela sinaliza o desejo dos participantes de demonstrar o fundamento de suas reivindicações epistêmica; (3) nenhum desacordo, por mais intenso que seja, poderá adquirir o status de controvérsia se não houver um envolvimento ativo da comunidade científica (McMullin, 1987).

Para Narasimhan (2001) uma controvérsia é uma disputa realizada publicamente e persistentemente mantida, que se refere a uma questão de convicção considerada significativa por um número de cientistas praticantes, o que corrobora com o conceito de McMullin (1987); porém, o pesquisador destaca três implicações para a definição de controvérsias científicas, sendo elas, o período de duração da controvérsia, o evento histórico relacionado, e, por fim, a análise histórica. A controvérsia desperta nos pesquisadores os bons fundamentos das suas alegações epistêmicas (Narasimhan, 2001 p. 299).

Os fatores que constituem uma controvérsia científica são classificados em duas categorias amplas, epistêmicas e não-epistêmicas. A categoria epistêmica está relacionada a pressupostos teóricos, observações e interpretações; já a controvérsia não epistêmica envolve os traços do pesquisador, sua influência política, religiosa e cultural. A distinção entre fatores epistêmicos e não-epistêmicos é dependente do contexto. A relevância dada a eles, bem como o que é tomado como epistêmico ou não pelos estudiosos envolvidos muda com o tempo (Brante & Elzinga, 1990).

Segundo Bulla,

[...] essas interações polêmicas pertencem a uma família de fenômenos chamados fenômenos discursivos dialógicos polêmicos. Essa família possui três tipos de polêmicas: disputa, discussão e controvérsia e sua distinção é importante, também, para a compreensão das controvérsias científicas (BULLA, 2016 p. 89).

A disputa parece constituir-se de uma divergência bem definida na qual o componente racional é deixado em segundo plano. Esse tipo de conduta é prejudicial para o desenvolvimento da Ciência, pois prejudica a revisão sucessiva de ideias e impossibilita um diálogo frutífero dentro da comunidade científica. Dascal considera

[...] a disputa como um tipo de irracionalidade, pois os contendentes não aceitam que estão errados e dificilmente haverá uma solução. Por outro lado, a discussão é considerada como um tipo de racionalidade rígida, na qual a raiz do problema é um erro relativo a algum conceito ou procedimento importante em um campo bem definido e circunscrito e, as discussões são resolvidas corrigindo-se o erro (DASCAL, 1994 p. 79).

Há, no entanto, segundo Dascal (2005) a questão das controvérsias, que ocupa uma posição intermediária entre a disputa e a discussão. Para o autor, na disputa os participantes não estabelecem a priori que o adversário está errado, em relação a discussão, a controvérsia difere “por não se restringir a divergências limitadas pela aceitação por ambos de um número considerável de pressupostos comuns, permitindo assim, pelo contrário, desacordos amplos e radicais” (Dascal, 2005 p. 6).

Dascal (1994) defende a importância crucial da descrição cuidadosa do processo histórico de evolução da Ciência, para que tenhamos uma compreensão mais correta da natureza da ciência na qual as controvérsias desempenham um papel decisivo. As controvérsias científicas podem envolver ou surgir de cada um dos fatores que as constituem: teorias, fatos, experimentos, valores epistêmicos, suposições filosóficas ou ontológicas de pensamento, compromissos ideológicos, ambiente social e afins.

Neste sentido, como as controvérsias científicas são resolvidas? Dizer que uma das partes ganhou sobre a outra em um debate é diferente de dizer que a controvérsia foi resolvida e que a reivindicação da parte vencedora deve ser considerada melhor (Francelin, 2004).

Pessoa Júnior (2009) esclarece que:

[...] o encerramento de uma controvérsia pode se dar de cinco maneiras, sendo elas, por correção quando argumentos são dados ou uma evidência é encontrada, justificando cientificamente que um dos lados da disputa é “correto”; Por consenso quando a força de uma posição supera as outras, e chegam a um consenso, mesmo sem argumentos conclusivos (podendo ressurgir posteriormente); Por procedimento em que um procedimento formal é adotado para encerrar a controvérsia, por exemplo, por votação ou decisão governamental; Por morte natural caso a controvérsia irresoluta deixa de despertar interesse e é esquecida e por negociação quando uma solução minimamente satisfatória para as partes é obtida, sem que uma posição predomine totalmente (PESSOA JUNIOR, 2009).

Mesmo que Pessoa Júnior (2009) use o termo encerramento, é importante esclarecer que essa noção de encerramento deve ser discutida no sentido de que as respostas para uma controvérsia foram aceitas pela comunidade científica, mas que sempre permanecerão em um processo contínuo de validação. É interessante discutir essa noção de incerteza e de possibilidades da dúvida, pois pode ajudar os alunos no desenvolvimento da criticidade associada ao processo de construção do conhecimento científico.

Assad (2013) afirma que muitas das famosas controvérsias científicas persistem por um período substancial. O intervalo de tempo entre a primeira discussão pública para modificar o consenso e a adesão da comunidade a um novo consenso é medido em anos e até em décadas. Um exemplo levando pelo autor é a controvérsia do melanismo industrial que teve sua conclusão após 56 anos (Assad, 2013).

É importante lembrar, que as controvérsias mostram o papel das atividades científicas na preservação e ou comutação da nossa sociedade. Algumas decisões envolvem conhecimentos sobre Ciência e Tecnologia cotidianamente, por exemplo, ao aceitarmos uma medicação indicada por especialista, ao comprar um computador novo, ao utilizarmos métodos para prevenção de infecções sexualmente transmissíveis. Todas essas deliberações podem ser vinculadas aos conhecimentos técnico-

científicos que podem, também, ser escopo de controvérsias (Nelkin, 1989; Martin & Richards, 1995).

A fonte mais comum de controvérsia na Ciência envolve a diferença teórica, isto é, quando duas ou mais teorias buscam explicar um mesmo fenômeno/problema. As controvérsias desse gênero podem contemplar discussões em torno de seus formalismos matemáticos, da natureza e da adequação de seus termos, dos seus efeitos tecnológicos e sociais, de suas questões de utilidade, valor e interesse. Efetivamente, essas controvérsias implicam em avaliação e escolhas teóricas (Narasimhan, 2001).

O início de uma controvérsia pode abranger também uma avaliação prévia da importância das questões levantadas e o papel que desempenham em um dado campo de conhecimento. As controvérsias do melanismo industrial se enquadram fundamentalmente na classificação de controvérsia epistêmica, ou seja, envolvem uma discussão teórica e interpretações por parte dos cientistas. Nós defendemos aqui essas controvérsias, pois se enquadram na classificação de McMullin (1987), na qual as controvérsias científicas referentes ao melanismo industrial oportunizaram discussões por parte dos pesquisadores diante da comunidade científica e as alegações tornaram-se públicas perdurando por um determinado tempo.

As controvérsias são substanciais para a formação, a prosperidade e a análise de teorias e de métodos, bem como para a compreensão de dados. As controvérsias sempre fizeram parte da Ciência; entretanto, não deve ocorrer equívocos em relação as disputas e farsas. As disputas regularmente são movidas por vaidades ou por interesses. Uma disputa quando é extremista pode levar um ou mais protagonistas à elaboração de argumentos e dados errôneos que identificam uma farsa (Assad, 2013).

Bulla (2016) afirma que quando as discussões ocorrem no campo da Biologia, a teoria da evolução biológica é uma das que mais encontra controvérsias científicas. Assim, ao buscar inserir controvérsias relacionadas à Evolução, temos uma contribuição importante para que haja uma

visão mais crítica da Ciência no contexto escolar (Bulla, 2016).

A sistemática pesquisa das controvérsias é um meio imprescindível para se contribuir para um detalhamento adequado da História da Ciência. Já que as controvérsias são o “contexto dialógico natural em que se elaboram as teorias e se constitui progressivamente seu sentido” (Dascal, 1994 p. 77).

Em função das pesquisas da área de ensino, que apontam a importância da inserção e pesquisa acerca das controvérsias científicas, consideramos que a partir de um estudo que analisa como as controvérsias são apresentadas em livros didáticos é possível obter-se um material potencialmente importante para pesquisas futuras com professores e alunos da Educação Básica. Este trabalho é resultado de uma pesquisa de mestrado que analisou em livros didáticos as controvérsias relacionadas à extinção dos dinossauros, que está sendo trabalhada em outro artigo e do melanismo industrial que será apresentado a seguir.

4. A controvérsia científica do melanismo industrial

O melanismo industrial é considerado um exemplo de seleção natural em ação. As mariposas *Biston betularia* exibem variadas formas genéticas, sendo a mais popular a *typica* que é a forma branca e a forma *carbonaria* que é a preta, esta forma difere por modificações em um único gene, com o alelo *carbonaria* sendo dominante sobre a forma *typica* (Véras, 2012). Ao longo da industrialização no século XIX na Inglaterra, a frequência da forma preta das mariposas foi ampliada nas florestas mais poluídas. Com a poluição, as árvores ficaram escuras tanto em decorrência da deposição de fuligem como por causa da morte de líquens induzida pela chuva ácida. Logo, as mariposas brancas tornaram-se visíveis, enquanto as pretas mais camufladas. A predação diferencial por aves com base na camuflagem foi proposta para explicar por que o alelo preto, especialmente em áreas industriais, atingiu frequências altas.

James Tutt em 1890, foi o primeiro entomólogo a discutir a relação da revolução industrial com o aumento da forma preta da mariposa *Biston betularia*. Entretanto, à época, sua hipótese foi rejeitada pelo meio científico.

Só no início dos anos 1950, foi realizado o primeiro experimento para tentar refutar a hipótese levantada por Tutt (1890). O ecologista britânico Bernard Kettlewell, realizou experimentos nos quais foram liberadas mariposas pretas e brancas em florestas poluídas e não poluídas da Inglaterra. O experimento teve uma duração de três dias e ele liberou um total de 651 mariposas. Após um período, Kettlewell sempre recapturava mais mariposas de cor branca em florestas não poluídas e de cor preta em florestas poluídas, o que propõe que as aves estavam se alimentando de mariposas com as cores mais visíveis em ambas as florestas (Heinze, 2005).

Kettlewell (1956) liberava as mariposas no período da manhã e ao final da tarde recapturava as mariposas pelo método de luminosidade e rede (as mariposas são atraídas pela luz e ficam presas nas redes de captura). Durante seu experimento, Kettlewell deixa bem evidente que durante a liberação das mariposas algumas vezes ele direcionava as mariposas para que ficassem nos troncos das arvores e que em alguns momentos as aves também foram direcionadas. A história da mariposa foi descrita no livro intitulado *Elephant Book*, no qual Kettlewell explicava:

[...] o carvão que queimou durante as primeiras décadas da revolução industrial produziu fuligem que cobria o interior das áreas industriais da Inglaterra entre Londres e Manchester. Vários naturalistas notaram que a forma *typica* era mais comum no campo, enquanto a mariposa *carbonária* prevalecia nas regiões fuliginosas. Não surpreendentemente, muitos chegaram à conclusão de que as mariposas mais escuras tinham algum tipo de vantagem de sobrevivência na paisagem recém escurecida (KETTLEWELL, 1956 p. 297, tradução nossa).

Ao final da pesquisa, Kettlewell forneceu evidências de que a mariposa *Biston betularia* havia evoluído por meio da seleção natural – correlação entre fatores de forma e fatores ambientais. Então, o mecanismo deixou de ser hipótese para ser fato.

Porém, a partir dos anos 70 vários pesquisadores, entre eles Mikkola (1979), Liebert & Brakefield (1984), começaram a buscar informações a respeito do comportamento das mariposas *Biston betularia* e levantaram dúvidas em relação a sua localização nos troncos das árvores. Até que um biólogo de Cambridge, Michael Majerus decidiu repetir os experimentos de Kettlewell, mas de outra maneira.

Majerus, em 1998, publicou o livro *Melanismo – evolução em ação*, em que discute todas essas críticas que foram levantadas após os experimentos de Kettlewell. Majerus descobriu que muitos dos experimentos de Kettlewell não foram feitos com um bom delineamento. Por exemplo, Majerus diz que ao testar a probabilidade de as mariposas brancas e pretas serem comidas, Kettlewell teria liberado as mariposas ao lado dos troncos das árvores, um lugar onde raramente as mariposas ficam na natureza. Outra questão foi a de que as aves veem a luz ultravioleta, então, possivelmente o que estaria bem camuflado para o pesquisador pode não ser camuflado para os pássaros.

Majerus deu início ao seu experimento, que durou 6 anos: ele liberou os dois tipos de mariposas na mesma frequência que ocorria naturalmente, totalizando 4.864 mariposas em florestas não poluídas, já que não são mais encontradas florestas poluídas com fuligem na Inglaterra. Infelizmente, Majerus faleceu após o término dos experimentos sem que os resultados pudessem ser publicados.

Com a publicação do livro e com o experimento de Majerus, a comunidade científica entrou em constante discussões a respeito da credibilidade dos experimentos de Kettlewell. Matthews, Wells, Wade (1999-2002), começaram a levantar questões a respeito do comportamento das mariposas, do mau procedimento metodológico e da manipulação de dados.

Um grupo formado por quatro biólogos liderado por Cook (2012) publicou os dados dos resultados dos experimentos de Majerus. Eles mostram que na fração dos dois tipos de mariposas, a forma branca resistiu à predação em uma quantidade maior do que a forma preta, o que foi previsto por eles, já que a forma branca é menos visível para aves de visão eficaz nas florestas.

Em relação às mariposas brancas, as mariposas pretas sentiram uma desvantagem de sobrevivência por geração. Isso é seleção natural, e tem potencial de explicar a ampliação na frequência da forma clara desde que as leis de ar limpo foram decretadas. Foi também observado que as mariposas se assentavam naturalmente no topo das árvores, diferentemente do que Kettlewell teria visualizado nos seus experimentos. Os experimentos feitos por Majerus mostraram que os machos podem voar até 2,5 km de distância para acasalar, reforçando a ideia então de que a alteração da frequência gênica estaria relacionada com seleção visual e a migração (Coyne, 2012).

Essas críticas relacionadas ao experimento de Kettlewell levaram alguns críticos da evolução a acusar que a história é “falsa” ou “sabiamente errada”. Kettlewell não era uma fraude, apenas não demonstrou – ao que os registros indicam até o momento – uma condução metodológica rigorosa (Véras, 2012). Os elementos básicos da história da mariposa são corretos. A população de mariposas escuras aumentava e caía em paralelo à poluição industrial, e a porcentagem de mariposas escuras na população era mais alta nas regiões do campo mais poluídas. Majerus, que foi o principal crítico científico da obra de Kettlewell, escreveu:

Minha visão da ascensão e queda da forma preta da mariposa é que a predação de aves em regiões mais ou menos poluídas, juntamente com a migração são as principais responsáveis, quase excluindo outros fatores (Majerus, 1998 p. 155, *tradução nossa*).

A controvérsia gira em torno de um aspecto importante, a metodologia utilizada por Kettlewell. O melanismo foi, por um bom tempo, alvo de críticas e controvérsias, e atualmente essa

controvérsia alcançou um maior nível de consenso na comunidade científica. Com as pesquisas publicadas recentemente, os pesquisadores concluíram que as mariposas são realmente um exemplo clássico da evolução, porque por meio dela é possível observar a seleção natural em ação (Rumjanek, 2016). Mas essa conclusão só foi possível por meio de novos experimentos, que foram reformulados a partir dos experimentos de Kettlewell.

O que se pode concluir é que apesar dos meios científicos adotados não apresentarem resultados significativos, os caminhos traçados por Kettlewell, foram fundamentais para proporcionar discussões e novas pesquisas, tornando-se uma controvérsia científica, o que levou diversos pesquisadores a apresentarem novos argumentos e justificativas para seus resultados. Por exemplo, a descoberta de que a incidência das mariposas estava ligada não somente à predação das aves, como também à migração.

O melanismo industrial enquadra-se na categoria de controvérsia epistêmica. Segundo McMullin (1987), o melanismo industrial pode ser considerado uma controvérsia, por apresentar uma disputa conduzida publicamente e persistentemente mantida sobre uma questão de concepções consideradas significativas por um número de cientistas praticantes. E considerando os três aspectos de McMullin (1987): a controvérsia perdurou por um período de aproximadamente 56 anos e houve reivindicações e o envolvimento da comunidade científica evidenciados por Kettlewell (1956) e Majerus (1998). O encerramento foi por correção, pois foram apresentados argumentos ou evidências alegando cientificamente que um dos lados da disputa está “correto” (Pessoa Junior, 2009).

5. Metodologia de pesquisa

A pesquisa seguiu uma abordagem qualitativa de cunho bibliográfico, pois analisa documentos de domínio científico tais como livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos, dicionários e artigos científicos (Oliveira, 2007).

Para este trabalho foram analisados os livros didáticos de Biologia do Terceiro ano do Ensino Médio aprovados pelo PNLD de 2018. O Programa Nacional do Livro Didático de 2018 aprovou dez livros didáticos das editoras SM; Moderna; Saraiva; AJS; Ática; Quinteto; FTD e IBEP.

A técnica utilizada para a análise das obras foi a Análise de Conteúdo proposta Bardin (2011) que utiliza procedimentos sistemáticos de descrição de conteúdos e que permite inferência de conhecimentos. Tal análise está organizada em três fases, a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados. A apresentação deste item seguirá estas três fases.

A pré-análise compreendeu a organização do material. Os 10 livros foram codificados pela letra L seguida de um número (Tabela 1) e foi realizada uma leitura flutuante nas unidades de evolução para identificar a presença de controvérsias. Foram identificadas extinção dos dinossauros

e melanismo industrial (Silva, 2018), porém, como este artigo aborda apenas as controvérsias do melanismo, nossa análise foi feita com os seis livros que abordaram essa controvérsia.

Tabela 1. Lista dos livros brasileiros do terceiro ano do Ensino Médio de Biologia.

CÓDIGO	LIVRO	AUTORES	EDITORA
L-A	Ser protagonista	Antonio Carlos; Elisa Garcia	SM
L-B	Biologia moderna	Amabis & Martho	Moderna
L-C	Biologia	César/Sezar e Caldini	Saraiva
L-D	Biologia	Vivian L. Mendonça	AJS
L-E	#Contato biologia	Marcela Ogo e Leandro Godoy	Quinteto
L-F	Biologia: Unidade e Diversidade	José Favoretto	FTD

Fonte: As autoras.

Na segunda etapa, exploração do material, ocorreu definição de categorias de análise. Depois da pré-análise elaboramos a partir do referencial teórico duas Unidades de Contexto,

UC1: Aspectos epistemológicos com oito unidades de registro e a UC2: Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial com duas unidades de registro.

Na terceira fase, tratamento dos resultados, a análise dos livros ocorreu de maneira individual, cada livro foi lido e seus trechos agrupados nas unidades. Após a organização das unidades de contexto e de registro, os trechos dos livros selecionados foram novamente lidos, agora com uma leitura detalhada para a identificação de como as controvérsias são apresentadas. No próximo item serão apresentados os resultados e discussões desta pesquisa.

6. Resultados

Por meio do referencial teórico dos quais as Unidades de Contexto e Registro foram elaboradas e da análise dos livros foi possível apresentar um panorama de como a controvérsia científica relativa ao melanismo científico vem sendo apresentada nestes materiais didáticos, tanto em aspectos próprios das controvérsias como da história apresentada.

Tabela 2. Panorama das Unidades de Registro e seus respectivos livros didáticos.

UC1: Aspectos epistemológicos				L D	LE	LF
LA	LB	LC				
UR1.1	Identifica como controvérsia		X	X	X	
UR1.2	Não identifica como controvérsia					X
UR1.3	Delimitação do tempo da controvérsia			X		
UR1.4	Não delimitação do tempo da controvérsia	X	X			
UR1.5	Presença de grupos divergentes de pesquisadores			X		
UR1.6	Ausência de grupos divergentes de pesquisadores	X	X			
UR1.7	Presença da conclusão da controvérsia		X			
UR1.8	Ausência da conclusão da controvérsia	X		X		

Fonte: As autoras

Unidade de Registro 1.2: Não contextualizada como controvérsia

Unidade de Contexto 1 (UC1): Aspectos epistemológicos da controvérsia

Esta Unidade foi construída levando em consideração a natureza da construção do conhecimento científico e foi organizada em oito Unidades de Registro (UR), que tratam dos aspectos epistemológicos da controvérsia do melanismo industrial com embasamentos das discussões levantadas por McMullin (1987) e Pessoa Junior (2009), apresentados na Tabela 2.

Esta unidade de registro agrupou 3 livros que apresentam o tema do melanismo industrial, entretanto, **não** como controvérsia científica.

Nesta unidade foram registrados os livros L-D, L-E e L-F que por não apresentarem o melanismo como uma controvérsia também não foram alocados nas outras unidades de registro desta UC.

Unidade de Registro 1.3: Apresenta delimitação de tempo

Um evento para ser considerado uma controvérsia científica precisa perdurar por um determinado período, logo, esta unidade de registro agrupou os livros que apresentaram o melanismo traçando alguma temporalidade histórica. É importante que o autor apresente uma delimitação do tempo para que o leitor compreenda e contextualize a controvérsia no momento histórico descrito. Esta unidade tem o registro de um livro e o autor se refere apenas ao ano dos experimentos realizados por Kettlewell, o que de certa forma leva os leitores a um errôneo ciclo vicioso de que a contextualização histórica ocorre apenas a partir de menção de nomes e datas. L-C foi enquadrado nesta UR por apresentar o mínimo de uma temporalidade histórica:

Experimentos feitos pelo biólogo Bernard Kettlewell (1907-1979), na década de 1950 [...]. O geneticista inglês Michael Majerus (1954-2009) foi um dos primeiros cientistas a criticar os métodos usados por Kettlewell (Página 177).

Unidade de Registro 1.4: Não apresenta delimitação de tempo

Esta unidade de registro agrupa os livros que **não** apresentam os temas da extinção dos dinossauros

e do melanismo traçando alguma temporalidade histórica. Nesta unidade estão os livros L-A e L-B. *Unidade de Registro 1.5: Caracteriza diferentes grupos em discussão do tema*

Uma controvérsia científica necessita de discussões públicas para que suas reivindicações estejam envolvidas na comunidade científica. Nesta unidade de registro foi agrupado L-C que de maneira bem sutil apresenta as reivindicações epistêmicas evidenciadas por Kettlewell e Majerus:

Experimentos feitos pelo biólogo Bernard Kettlewell (1907-1979), na década de 1950, pretenderam esclarecer o mecanismo de mudança de cor na população de insetos. Entretanto, há críticas à metodologia da pesquisa empregada por Kettlewell. O geneticista inglês Michael Majerus (1954-2009) foi um dos primeiros cientistas a criticar os métodos usados por Kettlewell (Página 177).

Unidade de Registro 1.6: Não caracteriza diferentes grupos em discussão do tema

Esta unidade de registro agrupa os livros que **não** apresentam discussões/visões de pelo menos dois cientistas ou grupo de pessoas. Nesta unidade estão L-A e L-B.

Unidade de Registro 1.7: Conclusão da controvérsia

Uma controvérsia científica pode ser concluída de quatro formas, a saber: por correção, por consenso, procedimento ou por negociação. O melanismo industrial já apresenta pesquisadores que concluíram as hipóteses levantadas por Kettlewell (1956). Esta unidade agrupou L-B que apresentou o seguinte trecho:

Há alguns anos a metodologia empregada nos trabalhos pioneiros sobre melanismo industrial foi objeto de críticas, mas experimentos recentes, com métodos mais acurados, confirmaram aquelas conclusões e o melanismo industrial das mariposas continua a ser um exemplo clássico da evolução, observado em tempo real (Página 125).

Unidade de Registro 1.8: Não apresenta conclusão da controvérsia

Esta unidade de registro agrupa os livros didáticos que **não** apresentaram a conclusão/encerramento da controvérsia. Nesta unidade estão os livros L-A e L-C.

Unidade de Contexto 2 (UC2): Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial

Nesta unidade de contexto foi analisado o conteúdo de melanismo industrial. A partir do referencial teórico foi possível construir as unidades de registro que agrupam os livros didáticos que apresentaram o melanismo industrial pela visão do Kettlewell (1956) e Majerus (1998). Para esta parte da análise constam apenas L-A, L-B e L-C que foram os livros que apresentaram a parte histórica da controvérsia (Tabela 3).

Tabela 3. Panorama das Unidades de Registro e seus respectivos livros didáticos.

UC2: Vertentes da controvérsia melanismo industrial				
	L-A	L-B	L-C	
UR2.1 Kettlewell		X	-	
UR2.2 Kettlewell e Majerus			-	X

Fonte: As autoras.

UC2: Vertentes da controvérsia acerca do melanismo industrial

Unidade de Registro 2.1: explicação de Kettlewell (1956)

Esta UR foi construída para analisar os livros que apresentavam apenas a visão do ecologista Kettlewell (1956) que consistia na explicação de que antes do processo de industrialização, era marcante o predomínio de mariposas da espécie *Biston betularia* de cor clara em relação às mariposas escuras, já que a cor clara era uma característica favorável que permitia às mariposas claras ficarem camufladas nos troncos das árvores cobertas de líquens. Após a industrialização, os líquens foram praticamente eliminados pela poluição ambiental e foram substituídos pela fuligem das fábricas, logo, as mariposas de cor escura passaram a camuflar-se melhor e, conseqüentemente, foram menos atacadas pelas aves.

Nesta unidade foi agrupado o livro L-A. Segue exemplo de trecho de L-A:

De acordo com os experimentos realizados em meados dos anos 1950 pelo inglês H.B.D. Kettlewell (1907 – 1979), antes do advento da Revolução Industrial as mariposas claras levavam

vantagem sobre as escuras, já que ficavam camufladas aos olhos de pássaros predadores, quando pousavam sobre os troncos de árvores esbranquiçados pela presença de líquens [...]. (Página 136).

Unidade de Registro 3.2: Kettlewell (1956) e Majerus (1998)

Esta UR foi elaborada para agrupar os livros em que estivesse apresentado tanto a pesquisa de Kettlewell (1956) e Majerus (1998). O melanismo industrial é um exemplo clássico da evolução em ação, e durante anos a história da mariposa *Biston betularia* foi defendida por Kettlewell (1956). No entanto, o geneticista Majerus (1998) fez críticas aos experimentos de Kettlewell, ao defender que a predação das aves juntamente com a migração são as principais responsáveis pela ascensão e queda da forma melânica da mariposa. Nesta unidade de registro foram agrupados os livros didáticos que apresentaram uma discussão breve sobre os dois pontos de vista, apesar dos outros exemplos citados que foram refutados, já que são os exemplos mais significativos em relação ao melanismo industrial.

Esta UR conta apenas com um livro, L-C:

Experimentos feitos pelo biólogo Bernard Kettlewell (1907-1979), na década de 1950, pretenderam esclarecer o mecanismo de mudança de cor na população de insetos. As conclusões a que ele chegou: em ambientes sem fuligem, mariposas claras confundem-se com o ambiente, sendo menos predadas que as escuras. Nos ambientes com fuligem, ao contrário, as escuras levam vantagem, porque se camuflam melhor. O geneticista inglês Michael Majerus (1954-2009) foi um dos primeiros cientistas a criticar os métodos usados por Kettlewell. Apesar disso, ele está convencido de que a explicação de Kettlewell referente a seleção natural é correta: a predação, associada à presença ou à ausência de fuligem, realmente determina a mudança de cor das populações de mariposas. Porém, os experimentos de Kettlewell não são apropriados, com isso, são necessários mais experimentos com a Biston betularia para chegar a conclusões definitivas (Página 177).

Diante dos resultados da análise das unidades de contexto e de registro, em que analisamos tanto

os aspectos epistemológicos quanto os aspectos históricos da controvérsia científica, pode-se indicar que embora haja uma apresentação moderada dos temas controversos elencados nos livros didáticos mais atuais, tal apresentação ainda apresenta problemas e equívocos. É importante ressaltar aqui que a problemática discutida por nós neste trabalho é referente apenas a uma pequena parcela do livro que foi analisado, ou seja, as partes relacionadas ao caso do melanismo industrial.

Os livros L-D, L-E e L-F apresentaram o conteúdo do melanismo industrial apenas como exemplo de seleção natural, sem que houvesse uma contextualização da controvérsia. Tal fato não deve ser considerado um problema, porque a elaboração de um livro didático precisa responder a muitas demandas do PNLD e o conteúdo de seleção natural relacionado à controvérsia do melanismo industrial pode não ter sido considerado um exemplo significativo. Neste sentido, nossa análise se debruçou com maior detalhamento nos livros L-A, L-B e L-C.

Em L-A ainda que o conteúdo de melanismo industrial seja contextualizado como controvérsia científica, não foi apresentada uma discussão de diferentes grupos; é abordada somente a visão de Kettlewell (1956), e não são citados em nenhum momento outros pesquisadores ou outras teorias. No livro é apresentado que os experimentos de Kettlewell “foram recentemente contestados”, mas não é dito por quem e nem se as contestações foram comprovadas posteriormente, visto que essa controvérsia científica já se encontra resolvida atualmente.

Em L-B, apesar de o conteúdo apresentar uma contextualização controversa, não foi possível enquadrar o livro nas UR pois os autores usaram apenas trechos como “atualmente”; “recentemente”; “trabalhos pioneiros”; nada que de fato localize o leitor no momento histórico discutido. Não são apresentadas discussões de diferentes grupos ou pesquisadores sobre o tema. O que ignora o fato de que uma controvérsia científica carece de uma ampla discussão entre

pelo menos dois pesquisadores e que envolva em algum momento a comunidade científica.

No livro foi apresentada uma conclusão confusa da controvérsia “*experimentos recentes, com métodos mais acurados, confirmaram aquelas conclusões e o melanismo industrial das mariposas continua a ser um exemplo clássico da evolução, observado em tempo real*” (L-B, p. 125). Ao terminar de ler tal trecho, o leitor pode interpretar que os experimentos iniciais, apesar das críticas, estavam corretos ou que com os novos experimentos, corrigindo os erros iniciais (métodos mais acurados), o que se concluiu é o que melanismo industrial continua sendo um exemplo clássico de evolução. O fato de o melanismo industrial ser sustentado até hoje como exemplo clássico da evolução, não anula os experimentos realizados de maneira incorreta por Kettlewell, e a forma como isso é dito no livro, pode causar divergências. Ou seja, os autores não apresentaram para o leitor os erros e nem a metodologia usada tanto nos primeiros como nos novos experimentos.

L-C já se diferencia pelo título para apresentar o tema: “*Melanismo industrial: um exemplo contravertido*” – o que de fato pode-se esperar do capítulo, o assunto é contextualizado como uma controvérsia científica. Mesmo que de forma sutil, existe uma delimitação de tempo, há uma apresentação do pesquisador Kettlewell, com sua data de nascimento e falecimento e a década que os experimentos foram realizados por ele, e mesmo que ainda não seja um traço temporal ideal, já possibilita ao leitor uma localização histórica.

Da mesma maneira, Majerus (1998) também foi apresentado, mesmo que sua metodologia contrária à de Kettlewell (1956) não tenha sido descrita. Sendo assim, foram apresentados dois pesquisadores fundamentais para a controvérsia científica e a descrição em partes de suas teorias, o que enquadra este livro na unidade de registro referente à caracterização de diferentes grupos em discussão do tema.

No livro consta a contextualização, a delimitação do tema e discussões que envolvem a comunidade científica, com isso, o material é

coerente com o que McMullin (1987) defende para que um assunto ou tema seja considerado uma controvérsia científica; entretanto, no livro não foi apresentada a conclusão da controvérsia porque apresenta o trecho “é necessário novos experimentos para chegar a conclusões definitivas”. Assim, o livro não permite ao leitor identificar que até o momento a controvérsia a respeito do melanismo não apresenta novos questionamentos, evidenciando o consenso.

7. Considerações finais

A História e a Filosofia da Ciência podem contribuir para que a abordagem pelas controvérsias científicas de alguma forma desmitifique a ciência, que muitas vezes é veiculada como uma atividade neutra e cumulativa. O uso da História e da Filosofia da Ciência nas aulas de Ciências e Biologia pode auxiliar uma efetiva compreensão dos aspectos epistemológicos e dos processos históricos das diferentes visões sobre os fenômenos da natureza.

Esperava-se que os livros analisados pudessem ser enquadrados em aspectos epistemológicos que contextualizassem o conteúdo como controvérsia científica. O que é esperado de uma contextualização histórica que envolva uma controvérsia científica é que a discussão deve apresentar o conhecimento científico como uma construção socialmente produzida, com seus impasses e contradições e reconhecer os limites explicativos da ciência, que se manifestam por acumulação, contiguidade ou suspensão de paradigmas. Pela análise dos livros, pode-se evidenciar que a abordagem das controvérsias apresenta problemas tanto em aspectos epistemológicos como históricos, falta de contextualização dos aspectos epistemológicos importantes para a caracterização e explicação da problemática da metodologia, ponto principal da divergência entre a explicação de Kettlewell e Majerus; a delimitação temporal da controvérsia o que possibilita aos estudantes a noção de que o trabalho científico e seus resultados são atrelados a períodos longos de trabalhos e que debates e

novas pesquisas envolvem a construção de explicações coerentes.

Importante destacar que não existe um número específico de controvérsias científicas que um livro didático deve apresentar sobre assuntos científicos para ser considerado um bom livro, visto que o mais importante é que o livro priorize a qualidade do conteúdo controverso do que a quantidade. Um livro didático que apresente uma controvérsia científica que seja bem contextualizada, que apresente conceitos e os processos epistemológicos e históricos do conhecimento científico, tende a ser um bom material, auxiliando o professor durante o preparo das suas aulas e os alunos durante a leitura do material. Neste sentido, consideramos que L-C foi o livro que mais se aproximou desta abordagem.

Todo material didático apresenta limitações, os livros didáticos são um exemplo disso, e dependendo do olhar que se utiliza para analisá-los, o pesquisador visualizará algum problema, sendo eles conceitual, didático, pois são produções humanas. É importante reforçar o quanto estudos a respeito dos livros didáticos apresentarem uma contextualização histórica adequada são importantes para o contexto educacional, haja vista a ampla distribuição desse material, o que torna as discussões e as pesquisas em relação ao tema, abrangentes e longe de serem esgotadas.

O melanismo industrial como um exemplo da evolução biológica ou como um conteúdo contextualizado como uma controvérsia científica vem sendo utilizado em livros da Educação Básica desde a década de 1970 nos Estados Unidos (Fulford, Rudge, 2016), diferentes países e também amplamente utilizado em publicações de popularização da ciência (Rudge, 2003). Esta presença nos materiais didáticos reflete as discussões que emergem até hoje em relação a este tema, no âmbito do conhecimento evolutivo (Hop et al., 2011) como dos aspectos das controvérsias científicas (Hagen, 1999).

O trabalho docente com temas das controvérsias científicas enquadra-se na perspectiva de que a compreensão da Ciência pelos alunos da

educação básica ocorra por meio da contextualização histórica, de discussões epistemológicas, pela aprendizagem crítica do conhecimento científico. Esta perspectiva relaciona-se com a necessidade de diferentes iniciativas educacionais além de pesquisas que analisam livros didáticos em especial com a formação de professores (Beltran, Saito e Trindade 2014) e a transposição didática (Santos e Nagashima, 2021).

8. Referencias

- ASSAD, L. Controvérsias, debates, disputas e farsas: a ciência não é feita por deuses. **Com Ciência**, Campinas, n. 52, 2013.
- BADZINSK, C.; HERMEL, S. E. E. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n.2, pp. 434-454, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Traduzido por: RETO, L. A. Edição 70. São Paulo: Brasil, 2011.
- BATISTA, M. V. de A.; CUNHA, M. M. da S.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos do ensino médio. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 12 n.1, pp. 145-158, 2010.
- BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da ciência para a formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 128 páginas, 2014.
- BRANTE, T.; ELZINGA, A. Towards a theory of scientific controversies. **Science Studies**, Dinamarca, v.3 n.2, pp. 33-46, 1990.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Fundamental e Médio. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, MEC, 2002.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Visitado em: 20-08-2019.
- BULLA, M. E. **O papel das interações polêmicas (controvérsias científicas) na construção do conhecimento biológico**: investigando um curso de formação continuada de professores sobre Evolução Humana. 260p. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação. Mestrado em Educação. UNIOESTE. Cascavel. 2016. Disponível em <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3329/5/Marco_Bulla2016.pdf>. Visitado em: 15-06-2019.
- COOK, L. M.; GRANT, B. S.; SACCHERI, I. J.; MALLETT, J. Selective Bird predation on the peppered moth: the last experiment of Michael Majerus. **Biology Letters**, v. 8 n. 4, 2012. Disponível em <<https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rsbl.2011.1136>>. Visitado em: 10-01-2020.
- COYNE, J. **A história da mariposa salpicada é sólida**. Traduzido por: VÉRAS, R. Wordpress. Why Evolution is true. 2012. Disponível em <<https://whyevolutionistrue.com/2012/02/10/the-peppered-moth-story-is-solid/>>. Visitado em: 10-06-2019.
- DALAPICCOLLA, J.; SILVA, V. A.; GARCIA, J. F. M. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17 n. 1, pp. 150-172, 2015.
- DASCAL, M. Epistemologia, controvérsias e pragmática. **Revista Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, n.12, pp. 73-98, 1994.
- DASCAL, M. **A dialética na construção coletiva do saber científico**. São Leopoldo: Unisinos, Porto Alegre. 2005. Recuperado em: <<http://www.tau.ac.il/humanities/philos/dascal/publications.html>>. Visitado em: 12-12-2019.
- FERRADOR, T. M. **Prospectos do empirismo atual: uma análise crítica dos empirismos construtivo, estrutural, contextual e social, e a defesa de uma proposta empirista para a teoria social**. 260p. Programa de pós-graduação em Filosofia do Departamento de Filosofia. Doutorado em Filosofia. USP. São Paulo. 2018. Disponível em: <http://filosofia.fflch.usp.br/sites/filosofia.fflch.usp.br/files/posgraduacao/defesas/2018_docs/2018_tese_TiagoFerrador.pdf>. Visitado em: 05-01-2020.
- FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 33 n. 3, 2004.
- FRISON, M. D.; VIANNA, J.; CHAVES, J. M.; BERNARDI, F. N. Livro didático como instrumento de apoio para a construção de propostas de ensino de Ciências Naturais. In:

- VII Enpec**, Florianópolis. Anais do Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências. 2009.
- FULFORD, J.M., RUDGE, D.W. The Portrayal of Industrial Melanism in American College General Biology Textbooks. **Science & Education**, vol. 25, 547-574, 2016.
- HAGEN, J. B. Retelling experiments: H. B. D. Kettlewell's studies of industrial melanism in peppered moths. **Biology & Philosophy**, 14, 39-54p, 1999.
- HEINZE, T. Mariposas *Biston betularia*, melhor evidência para evolução? In: **Provas da evolução desaparecendo**. pp. 01-96, 2005.
- HOP, A. E.; EDMONDS, N.; DALIKOVÁ, M.; SACCHERI, L. J. Industrial Melanism in British peppered Moths has a singular and recent mutational origin. **Science**, vol 332, issue 6032, 958-960 p, 2011.
- KAWASAKI, C. S.; EL-HANI, C. N. Uma análise das definições de vida encontradas em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. In: **VIII ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA**, São Paulo, Anais do Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. 2002.
- KETTLEWELL, H. B. D. Further selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. **Genetics Laboratory Heredity**, Oxford, v. 10 n. 3, pp. 287-301, 1956.
- KIPNIS, N. Scientific controversies in teaching Science: the case of Volta. **Science Education and Culture**, Springer, v. 10, pp. 33-49, 2001.
- LIEBERT, T. G.; BRAKEFIELD, P. M. Behavioural studies on the peppered moth *Biston betularia* and a discussion of the role of pollution and epiphytes in industrial melanism. **Biol J Linn Soc**, Oxford, pp. 335-346, 1984.
- MAJERUS, M. E. N. **Melanis: Evolution in action**. Oxford University Press. Oxford: Inglaterra, 1998. pp. 338.
- MARTIN, B.; RICHARDS, E. Scientific knowledge, controversy, and public decision-making. In: JASANOFF, S.; MARKLE, G.; PETERSEN, J.; PINCH, T. **Handbook of Science and technology studies**. Newbury Park, pp. 506-526. 1995. Disponível em: <<https://www.bmartin.cc/pubs/95handbook.htm>>. Visitado em: 26-11-2019.
- MARTINS, L.; BRITO, A. P. **A história da ciência e o ensino da genética e evolução no nível médio: um estudo de caso**. In: SILVA, C. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. Editora Livraria da Física. São Paulo, Brasil. 2006, pp. 245-264.
- MIKKOLA, K. Resting site selection by *Oligia* and *Biston* moths (Lepidoptera: Noctuidae and geometridae) **Ann Ent Fenn**. pp. 81-87, 1979.
- MCMULLIN, E. Scientific controversy and its termination. In: ENGELHARDT, J.; CAPLAN, A. **Scientific controversies: case studies in resolution and closure of disputes in Science and technology**. University Press, 1987, pp. 49-92.
- MENDELSON, E. Values and Science: a critical reassessment. **The Science Teacher**, v. 43 n. 1, pp. 20-23, 1987.
- NARASIMHAN, M. G. Controversy in Science. **Journal of Biosciences**, v. 26 n. 3, pp. 299-304, 2001.
- NELKIN, D. **Controversy: politics of technical decisions**. Londres. Sage Publications, 1989.
- OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Editora Vozes. São Paulo, Brasil. 2007.
- ORTIZ, E.; SILVA, M. R. O livro didático e o ensino de ciências e biologia nos anais do simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, v. 6. Ponta Grossa. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Anais. 2018.
- PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. Investigações em Ensino de Ciências**. pp. 19-55, 2020. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1606/pdf>>. Visitado em: 25-09-2020.
- PESSOA JUNIOR, O. A classificação das diferentes posições em filosofia da ciência. **Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 6 n. 1, pp. 20-36, 2009.
- POPPER, K. R. **Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge**. Routledge e Kegan Paul, London, 1963.
- RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Controvérsias científicas em sala de aula: uma revisão bibliográfica contextualizada na área de ensino de ciências e nos estudos sociológicos da ciência & tecnologia. In: **VII Enpec**. v. 6. Florianópolis. Anais ENPEC. 2007.
- RUDGE, D.W. The Role of Photographs and Films in Kettlewell's Popularizations of the

- Phenomenon of Industrial Melanism. **Science & Education**, vol. 12, 261–287p, 2003.
- RUMJANEK, F. A saga da mariposa. **Ciência Hoje**. 2016. Disponível em: <
<http://cienciahoje.org.br/artigo/a-saga-da-mariposa/>>. Visitado em: 18-01-2020.
- SANTOS, B. G. S.; NAGASHIMA, L. A. Transposición didáctica de la evolución biológica: análisis de los libros didáticos. **Paradigma**, vol. 42, p 27-52, 2021.
- SILVA, L. N. A.; Controvérsias científicas em evolução biológica: análise de livros didáticos aprovados pelo PNLD/2018. 119p. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação matemática. Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018. Disponível em: <https://pos.uel.br/pecem/teses-dissertacoes/controversias-cientificas-em-evolucao-biologica-analise-de-livros-didaticos-aprovados-pelo-pnld-2018/>
- VÉRAS, R. O triunfo do melanismo industrial. **Evolucionismo**. 2012. Disponível em: <
<https://evolucionismo.org/rodrigovras/agora-e-oficial-o-triunfo-domelanismo-industrial/>>. Visitado em: 03-01-2020.





UMA COMPARAÇÃO DE CONHECIMENTOS SOBRE A DEFINIÇÃO E AS MÚLTIPLAS REPRESENTAÇÕES DE FUNÇÕES ANTES E DEPOIS DE UMA EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO

A COMPARATION OF THE KNOWLEDGE IN THE DEFINITION AND THE MULTIPLE REPRESENTATIONS OF FUNCTIONS BEFORE AND AFTER A TRAINING EXPERIENCE

UNA COMPARACIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE LA DEFINICIÓN Y MÚLTIPLES REPRESENTACIONES DE FUNCIONES ANTES Y DESPUÉS DE UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE

Otávio Paciullo Furquim*; Gabriel Oliveira Pinto**; William Vieira*** Roberto Seidi Imafuku****

Furquim, O.P.; Pinto, G.; Vieira, W.; Imafuku, R.S. (2022). Uma comparação de conhecimentos sobre a definição e as múltiplas representações de funções antes e depois de uma experiência de formação. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 17(3), pp. 643-660 DOI: 10.14483/23464712.17633

Resumo

Apresentamos, neste artigo, os resultados de uma comparação dos conhecimentos acerca da definição e das múltiplas representações de funções que licenciandos em matemática tinham no início e após um ano de formação superior. Os participantes responderam a dois questionários, um no início do primeiro ano letivo e outro no início do segundo ano. As respostas foram classificadas segundo uma análise de erros e analisadas à luz da interação de aspectos formais, intuitivos e algorítmicos. A análise comparativa entre os resultados dos estudantes nos primeiro e segundo momentos revelou que houve uma melhoria no desempenho dos participantes, o que indica que o processo de formação contribuiu com a capacidade dos estudantes de inter-relacionar os aspectos formais, intuitivos e algorítmicos durante a resolução dos problemas propostos.

Palavras-Chave: Aspectos algoritmos. Aspectos intuitivos. Aspectos formais. Análise de erros. Funções. Formação de professores..

Fecha de recibido: mayo de 2021. Fecha de aceptado: agosto de 2022

* Graduado em Licenciatura em Matemática. Colégio Humboldt, Brasil Email: otaviopfurquim@gmail.com – ORCID 0000-0002-6449-9969

** Pós-Graduado em Formação de Professores. Centro Universitário ENIAC, Brasil. Email: gabrieloliveirabrotero@gmail.com – ORCID 0000-0001-7530-2589

*** Doutor em Educação Matemática. IFSP – Campus Guarulhos, Brasil. Email: wvieira@ifsp.edu.br – ORCID 0000-0002-5592-891X

**** Doutor em Educação Matemática. IFSP – Campus Guarulhos, Brasil. Email: roberto.imafuku@ifsp.edu.br – ORCID 0000-0002-4047-9533

Abstract

In this paper, we present the results of a comparison of knowledge about the definition and multiple representations of functions that undergraduates in mathematics had at the beginning and after a year of learning in higher education. Participants answered two questionnaires, one at the beginning of the first academic year and another at the beginning of the second year. The answers were classified according to an error analysis and studied in the light of the interaction of formal, intuitive and algorithmic aspects. The comparative analysis between the students' results in the first and second moments revealed that there was an improvement in the participants' performance, which indicates that the training process contributed to the students' ability to interrelate the formal, intuitive and algorithmic aspects during the resolution of the proposed problems.

Keywords: Algorithmic aspects. Intuitive aspects. Formal aspects. Error analysis. Functions. Teacher training.

Resumen

En este artículo presentamos los resultados de una comparación de conocimientos sobre la definición y múltiples representaciones de funciones, presentes en estudiantes de licenciatura en matemáticas, al inicio y después de un año de aprendizaje en la educación superior. Los participantes respondieron dos cuestionarios, uno al comienzo del primer año académico y otro al comienzo del segundo año. Las respuestas se clasificaron según un análisis de errores y se analizaron a la luz de la interacción de aspectos formales, intuitivos y algorítmicos. El análisis comparativo entre los resultados de los estudiantes en el primer y segundo momento reveló que hubo una mejora en el desempeño de los participantes, lo que indica que el proceso de formación contribuyó a la capacidad de los estudiantes para interrelacionar los aspectos formales, intuitivos y algorítmicos durante la resolución de los problemas propuestos.

Palabras-Clave: Aspectos algorítmicos. Aspectos intuitivos. Aspectos formales. Análisis de errores. Funciones. Formación del profesorado.

1. Introdução

Com destaque em currículos, desde a Educação Básica ao Ensino Superior, o conceito de função é central no estudo da Matemática, sendo importante para as mais diversas áreas do conhecimento, funções são utilizadas por infectologistas para desenhar a projeção do número de possíveis infectados durante uma epidemia, podem ser utilizadas para projetar a curva de aprendizado de uma criança, além de serem utilizadas nas finanças para calcular o preço ideal de alguns produtos. Devido a sua

importância para as diversas áreas do conhecimento, este estudo visa observar e comparar o desenvolvimento de estudantes do Ensino Superior, antes e após uma experiência de formação em que se abordou o estudo de funções e suas representações, visto que o assunto tem destaque nos programas oficiais para o ensino de Matemática da Educação Básica brasileira, como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) e o currículo do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2011).

As orientações oficiais reiteram a importância do estudo de funções na formação matemática de

estudantes do Ensino Básico e é citado pela primeira vez no currículo de Matemática do estado de São Paulo (2011) no 9º ano do Ensino Fundamental, que aponta como essencial o entendimento de função como “(...) a relação de interdependência entre grandezas” (SÃO PAULO, 2012, p.63). No Ensino Médio, novos tipos de funções são trabalhados e, segundo este documento, ao final do terceiro ano os alunos devem “(...) saber usar de modo sistemático as funções para caracterizar relações de interdependência, reconhecendo as funções de 1º e de 2º grau, seno, cosseno, tangente, exponencial e logarítmica, com suas propriedades características” (SÃO PAULO, 2012, p. 63).

Apesar de ser um tema central no estudo da Matemática, há muitos anos pesquisadores como Meneghetti, Rodriguez e Poffal (2017), Panaoura (2017), Faour (2020) e Oliveira (1997) vêm apontando para o fato de que, na realidade, apenas uma pequena parcela dos estudantes tem completa compreensão sobre o conceito de função e suas múltiplas representações ao final de sua formação básica. Por exemplo, Vinner e Dreyfus (1989) constataram que, em média, apenas 40% dos estudantes israelenses do Ensino Médio conseguiram identificar os elementos que compunham uma função em sua representação gráfica.

Meneghetti *et al.* (2017) apontam que após a formação no ensino básico, os estudantes devem “(...) ter autonomia para interpretar um gráfico e reconhecê-lo em situações diversas pois a compreensão de um conceito matemática em geral está relacionada à capacidade do aluno em migrar de uma forma de representação matemática para a outra” (MENEGETTI *et al.* 2017 p.166).

Além deles, Panaoura (2017), fez uma pesquisa com 756 estudantes do Ensino Médio de Chipre para verificar como os estudantes explicitavam, reconheciam e resolviam problemas envolvendo o conceito de funções e suas múltiplas representações. Ao analisar seus resultados, o autor encontrou altas taxas de erros e conclui que uma possível explicação para isso é o fato de que

os professores usualmente supervalorizam o objetivo de acertar as questões e para isso trabalham com funções prontas e definidas apenas em intervalos não discretos com seus alunos (PANAOURA, 2017 p.738), tornando mais fáceis as tarefas escolares.

Faour (2020), também interessado no tema, aplicou um questionário diagnóstico para alunos do Ensino Médio libaneses para avaliar se estes sabiam explicar o conceito de função e reconhecer este objeto matemático por meio de sua representação gráfica. O autor concluiu que mesmo após três anos do Ensino Médio estudando funções, apenas 19 dos 465 participantes demonstraram em suas respostas terem desenvolvido uma profunda compreensão dos elementos e do conceito de função (FAOUR, 2020 p. 6).

Com relação ao Ensino Superior, Oliveira (1997) observou em seu estudo que ao entrarem no curso de Cálculo “(...) os alunos, em geral, confundem atributos do conceito com os exemplos de função (...) e definem função como equação” (OLIVEIRA, 1997 p. 125). Porém, segundo o autor, as disciplinas de formação matemática no Ensino Superior provocaram um avanço nas concepções dos participantes da pesquisa sobre a definição de função e suas múltiplas representações (OLIVEIRA, 1997 p.126).

Inspirados nas pesquisas de Vinner e Dreyfus (1989), Panaoura (2017) e Faour (2020) realizamos uma pesquisa com estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática de uma instituição pública brasileira para avaliar, assim como Oliveira (1997), quais conhecimentos sobre funções os participantes tinham ao ingressar no Ensino Superior e como a formação matemática nas diversas disciplinas do curso impactou seus conhecimentos sobre este tema. Para isso, foram aplicados questionários diagnósticos que envolviam o tema funções em dois momentos distintos da formação dos participantes. Os questionários foram analisados e os erros encontrados foram classificados em tabelas e comentados sob a luz da interação de

aspectos algorítmicos, intuitivos e formais colocados por Fischbein (1994).

A interação de aspectos algorítmicos, intuitivos e formais colocados por Fischbein (1994) é o referencial teórico adotado na análise dos resultados, que apresentamos no que segue.

2. Marco teórico

Fischbein (1994) discute sobre a necessidade de avaliarmos se existe, ou não, uma interação de aspectos formais, algorítmicos e intuitivos quando uma pessoa está em atividade matemática. Segundo o autor, devemos olhar a Matemática como uma atividade humana que envolve momentos de “iluminação, hesitação, aceitação e refutação” (FISCHBEIN, 1994 p. 231). Além disso, defende que a interação dos aspectos deve guiar nossas práticas, se desejamos que nossos estudantes sejam capazes, eles mesmos, não só de produzir afirmações e provas, mas também de verificar a veracidade das mesmas.

A seguir, descrevemos brevemente cada um dos aspectos colocados por Fischbein (1994).

O aspecto formal se refere aos axiomas, definições, teoremas e demonstrações e eles “(...) têm de penetrar como um componente ativo do processo de raciocínio. Devem ser inventados ou aprendidos, organizados, checados e usados ativamente pelo estudante” (FISCHBEIN, 1994 p. 232), pois tais conhecimentos compõem o núcleo do currículo escolar de Matemática. Além disso, o autor ressalta que o pensamento proposicional e as construções hipotético-dedutivas não são espontaneamente adquiridos pelos sujeitos e que só um bom processo de ensino pode incentivar essa aquisição. Um aluno que se questiona sobre a paridade do número 0 e, para responder a essa questão, recorre a definição de números pares e ímpares está se valendo de aspectos formais para encontrar uma resposta.

O aspecto algorítmico se refere aos procedimentos e técnicas de resolução, e também tem papel central no processo de produção matemática, pois apenas o conhecimento formal sobre as propriedades e

definições não é suficiente para resolver problemas. É preciso saber manipular os mais diversos elementos durante a atividade matemática. Segundo Fischbein, “(...) Esta profunda simbiose entre significado e habilidades é uma condição básica para o produtivo e eficiente raciocínio matemático” (FISCHBEIN, 1994 p. 232). Ao utilizar regras de resolução de equações para encontrar os elementos da imagem que correspondem a elementos específicos do domínio de uma função ou para determinar as raízes de uma função quadrática, um sujeito está se valendo de aspectos algorítmicos.

O aspecto intuitivo, por sua vez, se manifesta nos conhecimentos matemáticos aparentemente evidentes, que não parecem precisar de comprovação, como por exemplo, “A parte é sempre menor que o todo” ou “multiplicar sempre aumenta o número”. O aspecto intuitivo é algo que um sujeito considera auto evidente e não vê necessidade de prova ou justificativa (FISCHBEIN, 1994). Esse tipo de pensamento norteia a resolução de um problema durante a atividade matemática. Fischbein (1994) destaca que, se os aspectos intuitivos do estudante estiverem de acordo com as verdades matemáticas, eles podem facilitar os processos de criação e de resolução de problemas, contudo, se estiverem em desacordo com as leis matemática, podem ser um caminho para dificuldades e equívocos por partes dos aprendizes, por isso é importante que aspectos intuitivos mereçam atenção durante o processo de ensino.

Ao defender a interação de aspectos algorítmicos, intuitivos e formais, Fischbein destaca que “(...) a capacidade de processar uma informação não é controlada somente pelas estruturas lógicas, mas também por modelos intuitivos, que agem de maneira implícita, colocando restrições e definindo caminhos” (FISCHBEIN, 1994 p. 237). Essas são as ideias teóricas que baseiam nossas análises. No que segue, apresentamos os procedimentos metodológicos empregados na investigação.

3. Metodologia de pesquisa

Para atingir nossos objetivos, no início do primeiro semestre de 2019, um Questionário diagnóstico contendo seis questões sobre funções e inequações, desenvolvidas a partir dos conteúdos encontrados em livros didáticos destinados ao Ensino Fundamental II e Ensino Médio, que foram homologados pelo Ministério da Educação com destino à rede pública de ensino, foi aplicado para os quarenta e dois ingressantes em um curso de Licenciatura em Matemática de uma instituição pública de ensino brasileira que aceitaram participar voluntariamente do estudo. Um ano depois, no início do primeiro semestre de 2020, após os participantes da pesquisa terem passado por uma nos de formação matemática e cursado disciplinas de Fundamentos de Matemática 1 e Fundamentos de Matemática 2, nas quais são abordadas funções de diferentes tipos e suas diversas representações, aplicamos para os dezenove estudantes remanescentes um novo Questionário diagnóstico, com novas seis questões sobre funções e inequações e que apresentavam a mesma estrutura das que foram aplicadas no ano anterior. Ambos os questionários traziam uma questão que solicita a definição de função e outra que aborda a classificação de gráficos em função e não-função. Neste artigo, discutimos as respostas dos participantes à essas duas questões, nos dois questionários.

Antes de responderem as questões, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e, nas análises dos dados coletados, são tratados por apelidos de modo a garantir o anonimato.

Em ambas as situações, as questões foram respondidas individualmente, com duração máxima de trinta minutos, no campus em que os participantes estudam e no horário de aula das disciplinas, com duração máxima de 1h30, não foi permitido nenhum tipo de consulta a materiais externos e os pesquisadores não forneceram nenhuma informação adicional, além daquelas constantes nos enunciados das questões

propostas. Nos Questionários aplicados haviam outras questões, que tratavam sobre outras formas de representação de funções e inequações, mas que não serão discutidas nesse artigo.

Após a aplicação de cada um dos Questionários, foi realizada uma avaliação das respostas dadas pelos participantes, acompanhada de uma Análise de Erros proposta por Cury (2007). Este procedimento metodológico está baseado em uma análise de conteúdo, que visa identificar classes de erros que são recorrentes nas resoluções de problemas. Por fim, foi elaborado um quadro que apresenta as frequências percentuais de cada tipo de erro identificado.

4. Resultados

Para que possamos comparar o desempenho dos estudantes antes e depois da experiência de formação, a estrutura da análise dos resultados obtidos em nossa pesquisa está colocada da seguinte forma: começamos com a análise das duas questões selecionadas por nós para este artigo e que estão presentes no Primeiro Questionário; em seguida, apresentamos a análise das duas questões do Segundo Questionário, nos mesmos moldes da análise realizada no Primeiro Questionário; por fim, apresentamos uma discussão comparativa sobre os resultados obtidos pelos participantes em ambos os questionários.

4.1. Análise do Primeiro Questionário

A seguir apresentamos os enunciados e as análises didáticas das duas questões presentes no Primeiro Questionário e que são discutidas neste trabalho, seus quadros de erros e as análises de cada tipo de erro encontrado.

Questão 1

Explique, com suas palavras, o que você entende por função.

Essa questão foi proposta com o objetivo de verificar a forma com que os estudantes exprimem o conceito e as ideias que possuem sobre função. Nessa questão, estamos interessados em observar a interação dos aspectos formais e intuitivos nas respostas apresentadas pelos participantes.

A análise dos protocolos revelou que apenas as respostas de Bia e Maria, apresentadas na Figura 1, podem ser consideradas corretas (apesar de Maria restringir sua resposta apenas as funções reais de variável real), pois destacam ideias de que funções relacionam elementos de dois conjuntos e que cada elemento do domínio deve estar associado a um único elemento do contradomínio. Com isso, temos um total de 4% de acertos.

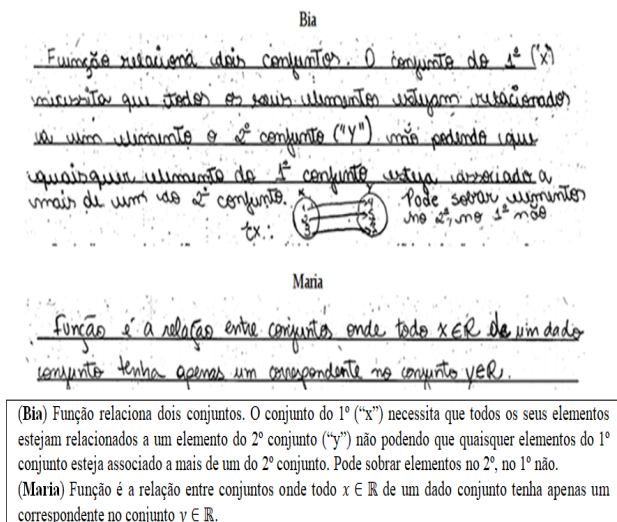


Figura 1. Respostas de Bia e Maria para a Questão 1 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 1, apresenta as classes de erros identificadas nas respostas consideradas incorretas e, em seguida, exemplificamos e discutimos cada um dos erros identificados. Ressaltamos que uma resposta pode ser enquadrada em mais de uma classe de erro, por isso a soma dos percentuais das classes não totaliza 100%.

Quadro 1. Classes de erros da Questão 1 do Primeiro Questionário.

	Classes de erros	%
A1	Expressar a definição por meio de exemplo	25
A2	Restringir a ideia de função ao plano cartesiano	41
A3	Deixar de utilizar a ideia de conjuntos	77
A4	Deixar de utilizar a ideia da unicidade entre os elementos dos conjuntos	86
A5	Em branco	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

A resposta de Pedro (Figura 2), diz que função é “uma relação entre dois termos que dependam um do outro. À medida que um deles muda, o outro também muda”. Apesar de apresentar um aspecto intuitivo correto sobre função, que é a dependência entre duas grandezas, se encaixa no erro do tipo A1, *Expressar a definição por meio de exemplo*, porque o participante acaba exprimindo a ideia de função usando a relação de dependência entre a medida do raio e a área da superfície do círculo. Além disso, a resposta de Pedro também se encaixa na classe de erro tipo A3, *Deixar de utilizar a ideia de conjuntos*, pois apresenta uma relação entre dois termos, sem relacioná-los à ideia de conjunto, domínio e contradomínio. Ao deixar de apresentar elementos essenciais para a definição de função, o participante revela ter desenvolvido aspectos formais incorretos sobre o tema.

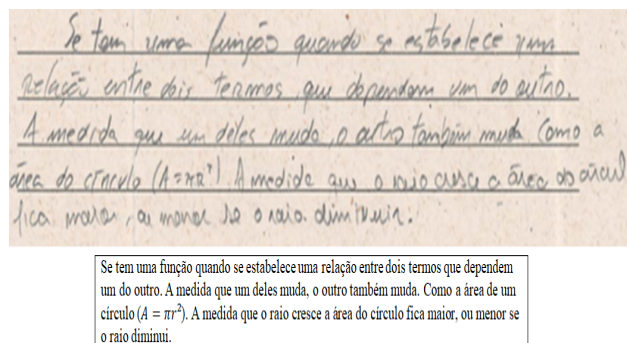


Figura 2. Resposta de Pedro para a Questão 1 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A resposta de Denise (Figura 3) apresenta um aspecto intuitivo vago sobre a dependência entre dois elementos, e evidencia o erro tipo A2, *Restringir a ideia de função ao plano cartesiano*, pois traz a ideia das coordenadas x e y de um ponto no plano ao definir função. Podemos observar que sua resposta se encaixa também na classe de erro A3, *Deixar de utilizar a ideia de conjuntos*, demonstrando que, assim como Pedro, Denise apresenta incompreensões relacionadas a aspectos formais de funções.

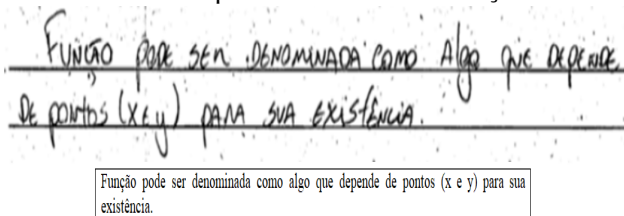


Figura 3. Resposta de Denise para a Questão 1 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

João (Figura 4) tenta exprimir a definição de função por meio de um exemplo ao dizer que funções “são representadas por equações com uma ou mais incógnitas”, se encaixando na classe A1, *Exprimir a definição por meio de um exemplo*, cometendo um erro relacionado aos aspectos formais pela falta de elementos necessários para definir uma função, e restringindo-se ao exemplo dado. Também não cita a ideia de conjuntos e por isso sua resposta se encaixa na classe A3, *Deixar de utilizar a ideia de conjuntos*. Esse tipo de erro foi bastante recorrente, com 77% de incidência nas respostas dos participantes. Além disso, podemos perceber que João confunde os conceitos de incógnita e variável em sua resposta, o que pode ser fruto de um aspecto intuitivo equivocado provocado pelo fato de utilizarmos equações para encontrar alguns elementos das funções, por exemplo, para determinar o elemento do domínio que tem uma imagem dada. A classe de erro A4, *Deixar de utilizar a ideia da unicidade entre os elementos dos conjuntos*, também pode ser observada nessa resposta, possivelmente causada pela não interação entre os aspectos formais e intuitivos ao definir função de uma forma vaga.

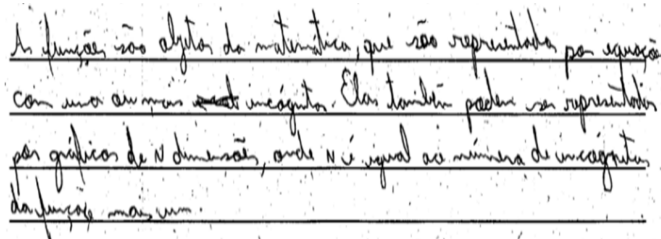


Figura 4. Resposta de João para a Questão 1 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A resposta de Claudia (Figura 5) exemplifica o erro tipo A4, *Deixar de utilizar a ideia da unicidade entre os elementos dos conjuntos*. Em sua resposta, a participante indica entender que função é uma “relação entre duas partes”, ou seja, indica implicitamente conhecer que uma das características importantes de uma função é a de apresentar uma relação de dependência entre as variáveis, mas não apresenta a necessidade da unicidade para os elementos do domínio, e por isso sua resposta se enquadra na classe de erros tipo A4. Esta foi a classe de erros com maior incidência nas respostas dos participantes para o Primeiro Questionário, com 86%.

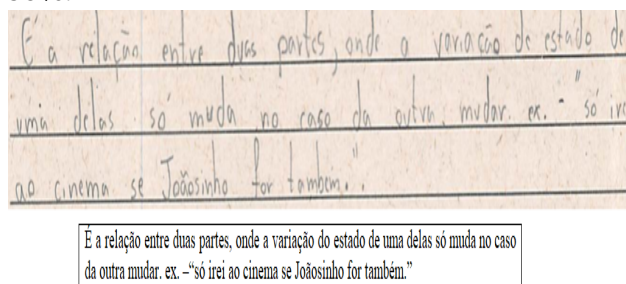


Figura 5. Resposta de Claudia para a Questão 1 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

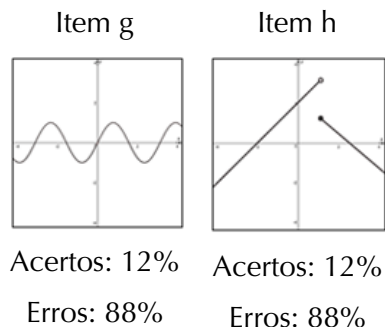
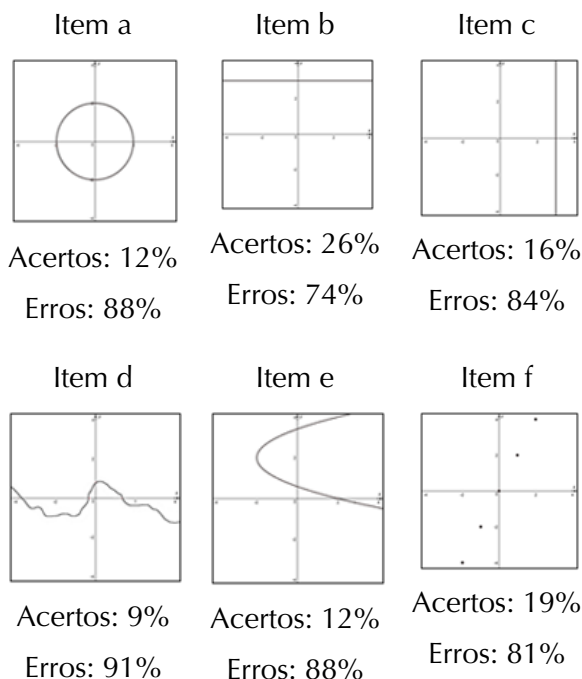
A classe A5, *Em branco*, enquadra as respostas dos participantes que não responderam à questão. A de questões em branco (2% do total) pode mostrar que os participantes estavam confiantes em responder sobre o tema, deixando poucas respostas em branco.

Ao analisar as respostas dos estudantes na primeira questão, podemos notar na maior parte delas a ausência de elementos essenciais para que se apresente uma definição correta de função. Destaque para a ideia da unicidade que não apareceu em 86% dos questionários (erro tipo A4) e para a ideia de conjuntos que não apareceu em 77% deles (erro tipo A3).

Questão 2

Analise os seguintes gráficos e responda: quais deles representam funções de x em y ? Justifique suas respostas (gráficos abaixo).

Com essa questão, procuramos identificar se os participantes conseguem identificar quais dos gráficos apresentados representam ou não funções de x em y . Além disso, avaliamos se os estudantes utilizam as definições apresentadas por eles na Questão 1 para justificar suas escolhas. Os percentuais destacados abaixo de cada um dos gráficos indicam muitas dificuldades dos participantes da pesquisa em identificar gráficos que representam, ou não, funções.



No Quadro 2, apresentamos uma classificação das justificativas consideradas incorretas. Ressaltamos que uma resposta pode ser enquadrada em mais de uma classe de erro, por isso a soma dos percentuais das classes não totaliza 100%.

Quadro 2. Classes de erros da Questão 2 do Primeiro Questionário.

Classes de erros		%
B1	Confundir função com equação	48
B2	Confundir função de x em y com função de y em x	50
B3	Afirmar que função deve seguir um padrão	55
B4	Não reconhecer a representação de uma função discreta	64

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em sua resposta, José (Figura 6), identifica corretamente a circunferência e mostrou conhecer a equação dessa curva, porém afirma, de maneira incorreta, que esse gráfico representa uma função. Essa resposta exemplifica o erro tipo B1, *Confundir função com equação*, pois, ao usar o termo “função quadrática” para designar a equação da circunferência, o estudante confunde o conceito de função com o de equação e não apresenta nenhum elemento da definição como parte de sua justificativa, não mobilizando assim aspectos formais em conjunto com os intuitivos em sua resposta.

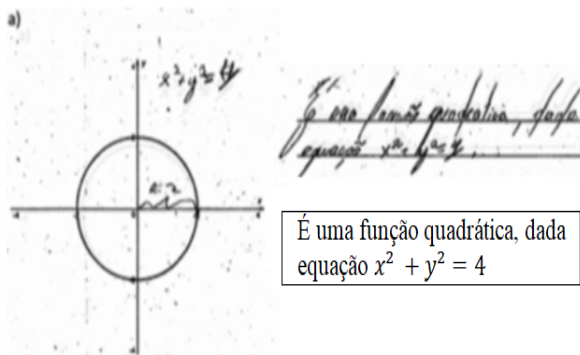


Figura 6. Resposta de José para o item a da Questão 2 do Primeiro Questionário.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A resposta de Matheus (Figura 7) para o item e da Questão 2 enquadra-se no erro tipo B2, *Confundir função de x em y com função de y em x*, pois ele não se atentou para o fato de a parábola ser originada por uma função de y em x. Neste caso, aspectos intuitivos relacionados à identificação do gráfico da função do 2º grau podem ter levado o participante a identificar essa curva como a representação gráfica de uma função; ou seja, o estudante reconheceu um gráfico de formato conhecido (a parábola) e isso o levou a classificá-lo como função, sem se preocupar com a relação entre os elementos dos conjuntos domínio e imagem. Essa perspectiva evidencia a ausência da interação entre aspectos intuitivos e formais na interpretação do estudante.

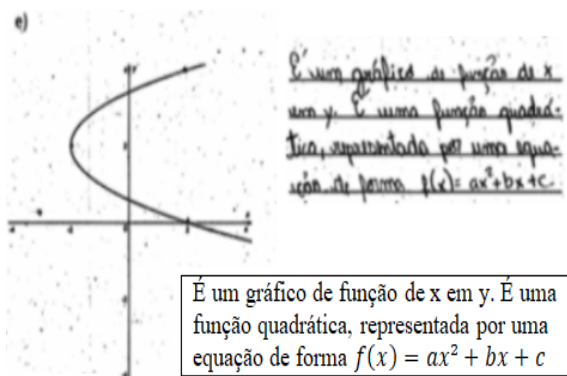


Figura 7. Resposta de Matheus para o item e da Questão 2 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A resposta de Bárbara para o item d (Figura 8) caracteriza o erro tipo B3, *Afirmar que uma função deve seguir um padrão*, pois a participante afirma que o gráfico apresentado não representa uma função por não seguir um padrão, como uma reta ou parábola. É notado aqui uma dificuldade com aspectos intuitivos ao não identificar o gráfico como sendo uma função por não seguir um padrão, evidenciado na afirmação da participante “foge do padrão gráfico de uma função” e um erro relacionado a aspectos formais pelo fato da estudante não buscar a definição para validar suas conclusões.

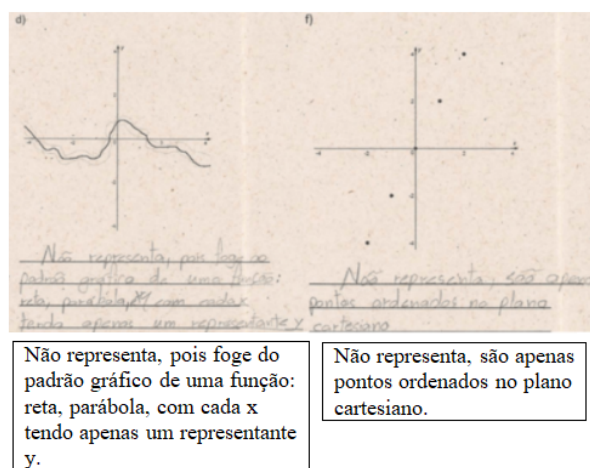


Figura 8. Respostas de Bárbara para os itens d e f da Questão 2 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A resposta da participante para o item f (Figura 8) exemplifica o erro tipo B4, *Não reconhecer a representação de uma função discreta*. De fato, ao justificar que o gráfico não é uma função, pois “são apenas pontos ordenados no plano cartesiano”, a estudante indica não admitir uma função definida num domínio discreto, provavelmente por não ter sido apresentada a situações desse tipo durante sua formação escolar. Por exemplo, ao estudar PA e PG, o estudante poderia ter sido apresentada a uma abordagem que relacionasse essas sequências com funções de domínio inteiro positivo. Entendemos que um tipo de ensino que explorasse a interação de aspectos algorítmicos, intuitivos e formais relacionados a estruturas do

tipo \mathbb{Z} em \mathbb{R} poderiam minimizar incompreensões dessa natureza.

Respostas dessa natureza evidenciam um tipo de ensino que valoriza apenas funções que seguem um padrão, que valoriza apenas as funções reais de variável real. Isso termina por incutir uma ideia intuitiva equivocada sobre o conceito de função, e também evidenciam os problemas que podem ser ocasionados pela não interação de aspectos intuitivos e formais na aprendizagem de funções.

De maneira geral, justificativas dadas pelos estudantes na segunda questão apontam para uma predominância do uso de aspectos intuitivos em suas respostas. Em poucos casos foram identificadas mobilizações de aspectos formais para identificar quais gráficos seriam ou não representações de funções.

Mesmo Bia, que apresentou uma resposta correta para a Questão 1 (Figura 9), mostrando que possui uma boa compreensão dos aspectos formais envolvidos no estudo de funções, ao responder a Questão 2 apresentou justificativas como as mostradas a seguir.

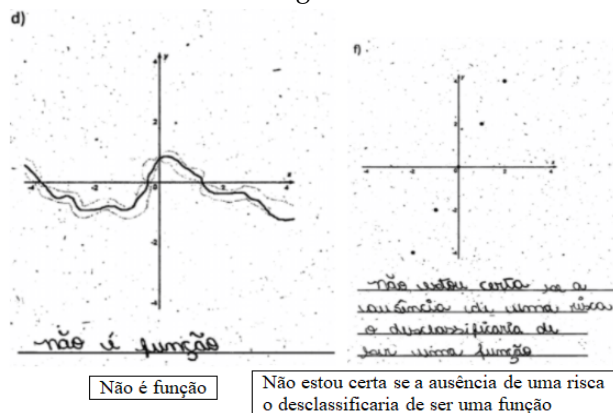


Figura 9. Respostas de Bia para os itens d e f da segunda Questão do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em ambas as respostas a estudante não inter-relaciona aspectos formais e intuitivos para apresentar suas justificativas. De fato, ela não cita nenhum dos elementos que elencou como essenciais para que seja definida uma função.

4.2. Análise do Segundo Questionário

A seguir apresentamos os enunciados e as análises didáticas de duas questões presentes no Segundo Questionário e que são discutidas neste trabalho, seguidas dos seus quadros de erros e das análises de cada tipo de erro encontrado. A Questão 1 é idêntica a apresentada no Primeiro Questionário, já a Questão 2, apesar de parecida, teve alguns de seus gráficos alterados.

Questão 1

Explique, com suas palavras, o que você entende por função.

Ao repetir essa questão, estamos interessados em saber como os dois semestres de formação em disciplinas de matemática no ensino superior que abordaram o estudo de funções influenciou, ou não, os conhecimentos dos participantes em relação ao conceito de função.

Consideramos que 26% dos participantes da pesquisa apresentaram respostas que podem ser consideradas corretas, um indicativo de que a formação superior que tiveram impactou positivamente alguns dos participantes da pesquisa no que se refere ao conceito de função. A análise das respostas para o Segundo Questionário mostrou que nenhum participante deu uma definição completamente correta. Porém, um exemplo de resposta que consideramos correta é a de Bruno (Figura 10), nela, apesar do estudante expressar ter conhecimento sobre a ideia de conjuntos e da unicidade entre as relações entre seus elementos, ele comete um erro ao afirmar que a função é um par ordenado, o que não é sempre verdade.

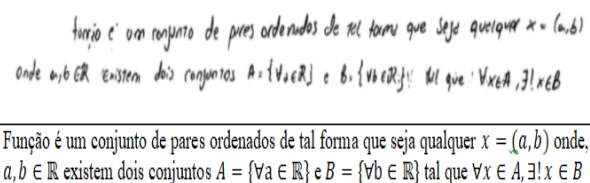


Figura 10. Resposta de Bruno para a Questão 1 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Rogério (Figura 11), ao responder a questão, também define função de forma parcialmente correta. O estudante destaca a necessidade da relação estabelecida ser biunívoca, fato alheio a definição de função. De qualquer maneira, esses estudantes indicam possuir bons conhecimentos sobre o tema, embora tenham cometido alguns erros de natureza formal.

Função é uma relação entre dois conjuntos A e B de modo que se estabeleça uma relação biunívoca em relação dos dois conjuntos e de forma que para um X exista apenas um único $f(x)$.

Função é uma relação entre dois conjuntos A e B de modo que se estabeleça uma relação biunívoca em relação dos dois conjuntos e de forma que para um X exista apenas um único $f(x)$.

Figura 11. Resposta de Rogério para a Questão 1 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

No Quadro 3 apresentamos uma classificação dos erros das respostas consideradas incorretas. Em seguida, exemplificamos e discutimos cada um dos erros identificados. Ao analisar as respostas dadas no segundo questionário, não encontramos nenhum erro que pudesse originar uma nova classe de erros, portanto, optamos por manter os mesmos nomes das apresentadas anteriormente. Ressaltamos que uma resposta pode ser enquadrada em mais de uma classe de erro, por isso a soma dos percentuais das classes não totaliza 100%.

Quadro 3. Classes de erros da Questão 1 do Segundo Questionário.

	Classes de erros	%
C1	Expressar a definição por meio de exemplo	11
C2	Restringir a ideia de função ao plano cartesiano	0
C3	Deixar de utilizar a ideia de conjuntos	32
C4	Deixar de utilizar a ideia da unicidade entre os elementos dos conjuntos	74
C5	Em branco	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

A classe de erros C1, *Expressar a definição por meio de exemplo*, engloba as respostas nas quais os estudantes se valeram de exemplos para tentar definir uma função. Em sua resposta, Marcelo (Figura 12) recorre a uma analogia, usando o exemplo de “uma ponte” na tentativa de apresentar uma definição. Esse tipo de resposta evidencia uma dificuldade dos estudantes em inter-relacionar aspectos formais e intuitivos durante a elaboração de suas respostas, pois ao tentarem expressar uma definição, apenas usam intuitivamente exemplos conhecidos por eles para apresentar suas ideias.

Função seria uma espécie de “ponte” que liga dois conjuntos, de forma que a quantidade de elementos do conjunto “destino” é menor ou igual à quantidade do conjunto “partida”.

Função seria uma espécie de “ponte” que liga dois conjuntos, de forma que a quantidade de elementos do conjunto “destino” é menor ou igual à quantidade do conjunto “partida”.

Figura 12. Resposta de Marcelo para a Questão 1 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A classe de erros C2, *Restringir a ideia de função ao plano cartesiano*, engloba as respostas nas quais os participantes se limitaram ao plano cartesiano para tentar definir uma função. Os participantes da pesquisa não voltaram a cometer erros dessa natureza no Segundo Questionário e, nesse sentido, podemos afirmar que o processo formativo ao qual os participantes foram submetidos impactou positivamente suas interpretações sobre as diferenças entre o plano cartesiano e o conceito de função.

Na classe de erros C3, *Deixar de utilizar a ideia de conjuntos*, enquadramos as respostas dos participantes que não apresentaram ou citaram a ideia de que função é uma relação entre conjuntos. Em sua resposta, o estudante Manoel (Figura 13) dá, corretamente, destaque à ideia de unicidade entre elementos quando aponta que “obtem-se um resultado único a aquele dado”,

mas não utiliza a ideia de conjuntos, parte fundamental do conceito de função.

Uma função é um dispositivo matemático em que se insere um dado inicial e obtém-se um resultado único a aquele dado.

Uma função é um dispositivo matemático em que se insere um dado inicial e obtém-se um resultado único a aquele dado.

Figura 13. Resposta de Manoel para a Questão 1 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A classe de erros C4, *Deixar de utilizar a ideia da unicidade entre os elementos dos conjuntos*, é a categoria que representa os erros dos estudantes que, em suas respostas, não evidenciaram a necessidade da unicidade da relação entre os elementos dos conjuntos para que se estabeleça uma função. A resposta de Débora (Figura 14) exemplifica esse erro, pois, mesmo tendo citado a ideia de relação entre conjuntos, não evidenciou que cada elemento do conjunto domínio está associado a um único elemento do conjunto contradomínio.

Função é algo que relaciona dois conjuntos, por exemplo A e B.

Função é algo que relaciona dois conjuntos, por exemplo A e B.

Figura 14. Resposta de Débora para a Questão 1 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

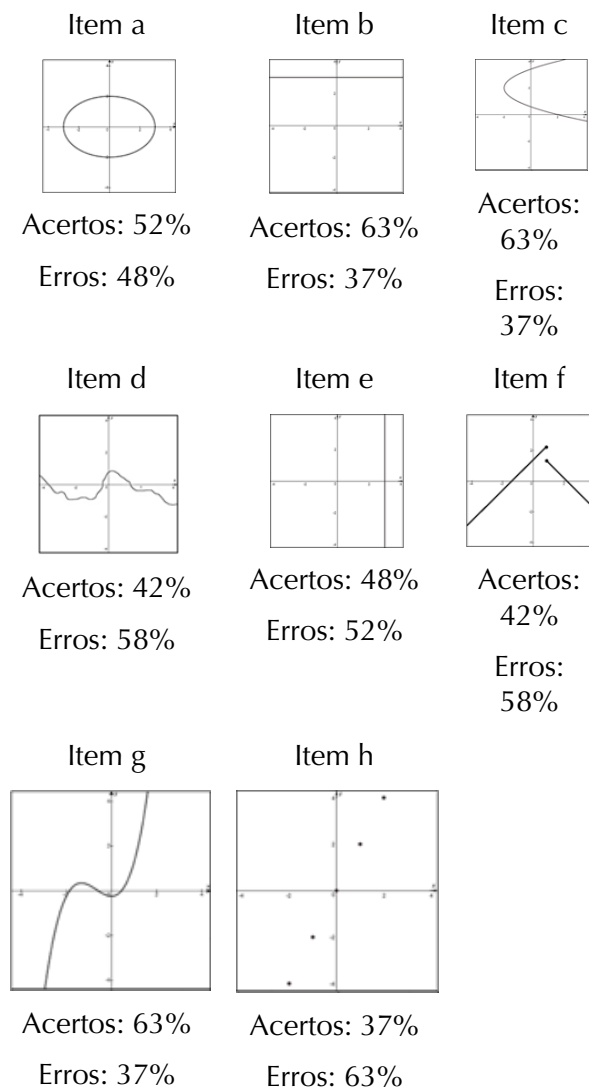
No geral, apesar da melhora nos índices de incidência dos erros nas questões apresentadas nesse artigo, ainda podemos observar que muitos participantes cometem erros relacionados a aspectos formais, ainda apresentando a definição de maneira vaga e confusa, se valendo de aspectos intuitivos equivocados sobre a ideia de função, mesmo após um ano de formação.

Seguimos com a análise da Questão 2 do Segundo Questionário.

Questão 2

Analise os seguintes gráficos e responda: quais deles representam funções de x em y ? Justifique suas respostas.

A Questão 2 segue o mesmo padrão apresentado no Primeiro Questionário, buscando verificar como o ano de formação impactou na capacidade dos estudantes de identificar quais gráficos representam, ou não, funções. Para o Segundo Questionário, três gráficos da Questão 2 foram trocados, mas de maneira que o objetivo da questão não fosse alterado.



No Quadro 4 apresentamos uma classificação das justificativas consideradas incorretas na Questão 2. Ressaltamos que uma resposta pode ser enquadrada em mais de uma classe de erro, por isso a soma dos percentuais das classes não totaliza 100%.

Quadro 4. Classes de erros da Questão 2 do Segundo Questionário.

	Classes de erros	%
D1	Confundir função com equação	21
D2	Confundir função de x em y com função de y em x	16
D3	Afirmar que função deve seguir um padrão	21
D4	Não reconhecer a representação de uma função discreta	16

Fonte: Elaborado pelos autores.

A classe de erros D1, *Confundir função com equação*, engloba as respostas dos participantes que, como Ednaldo (Figura 15) cometeram erros relacionados aos aspectos formais ao confundir função com equação e marcar o item a como um representante de função.

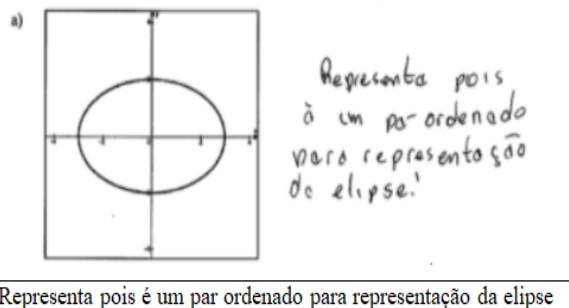


Figura 15. Resposta de Ednaldo para o item a da Questão 2 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A categoria de erros D2, *Confundir função de x em y com função de y em x* , engloba as respostas dos participantes que marcaram funções de y em x como funções de x em y . Podemos verificar esse tipo de erro na resposta de Junior (Figura 16), que identificou o gráfico como uma função quadrática, possivelmente por conta do seu

formato de parábola. A identificação de um gráfico conhecido em interação com aspectos formais relacionados à definição de função podem ter levado este participante a classificar, incorretamente, este gráfico como função de x em y .

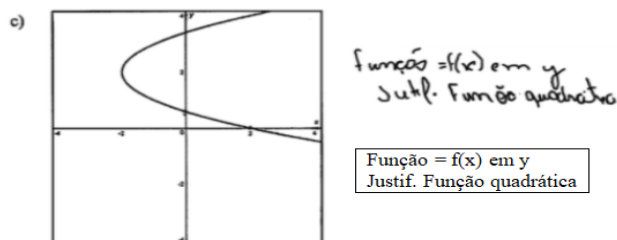


Figura 16. Resposta de Junior para o item c da Questão 2 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os erros da categoria D3, *Afirmar que função deve seguir um padrão*, enquadram as respostas dos estudantes que, em suas repostas, afirmaram que para que um gráfico ilustre uma função este deve seguir algum tipo de padrão, como pode ser identificado na resposta de Bruno (Figura 17), que exemplifica este tipo de erro. Nela, o participante afirma que o gráfico não representa uma função por “não estabelecer uma lei de formação clara”. Talvez o estudante só tenha tido contato com funções que sigam uma lei de formação (lei algébrica da função) e isso pode ter-lhe incutido um aspecto intuitivo equivocado que, ao não ser colocado em interação com aspectos formais relacionados à definição de função, termina por levar o estudante a este tipo de interpretação.

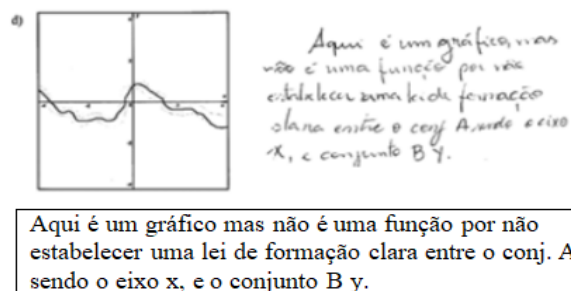


Figura 17. Resposta de Bruno para o item d da Questão 2 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A categoria D4, *Não reconhecer a representação de uma função discreta*, enquadra as respostas dos estudantes que não identificaram uma função com domínio discreto. A resposta de Laura (Figura 18) ilustra este tipo de erro, pois, ao afirmar que “são apenas pontos de uma possível” a estudante explicita um aspecto intuitivo equivocado. Possivelmente, a estudante não teve contato com gráficos de funções com domínio discreto ou a gráficos de sequências, como PG e PA, o que ocasionou o surgimento do aspecto intuitivo equivocado de que todo gráfico de função deve ser contínuo.

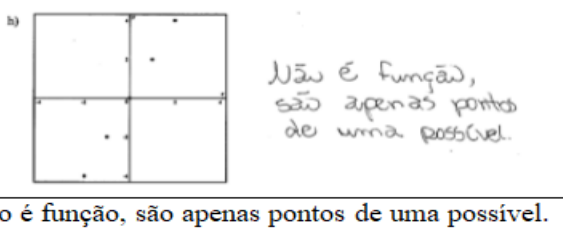


Figura 18. Resposta de Laura para o item h da Questão 2 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

De maneira geral, após um ano de formação superior em licenciatura em Matemática, os estudantes passaram a apresentar respostas que mobilizavam aspectos intuitivos e formais para justificar suas escolhas na Questão 2, como apresentamos a seguir.

Bruno (Figura 10), por exemplo, expressiu uma definição de função que pode ser considerada correta na Questão 1, sendo ela suficiente para que obtivesse êxito na Questão 2. Como exemplo do sucesso de Bruno em reconhecer gráficos de funções e não funções, destacamos na Figura 19 suas justificativas para os itens a e b.

Em suas respostas Bruno explicita a presença ou ausência dos elementos necessários para se reconhecer uma função nos gráficos e, assim, apresenta justificativas corretas. Isso indica que seus estudos no curso de Licenciatura em Matemática privilegiaram a interação de aspectos formais, algorítmicos e intuitivos permitindo ao estudante elaborar um raciocínio mais completo e assim encontrar as respostas corretas.

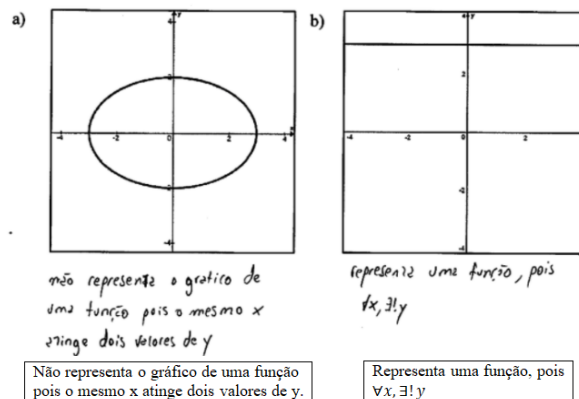


Figura 19. Respostas de Bruno para os itens a e b da Questão 2 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

A seguir, apresentamos uma análise mais aprofundada dos progressos observados nas respostas dos estudantes ao passarem por dois semestres de formação.

4.3. Comparações entre as respostas dos dois Questionários

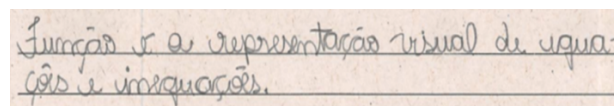
Na análise da Questão 1, em ambos os Questionários, verificamos a predominância dos aspectos algorítmicos e intuitivos nas definições apresentadas pelos participantes que, ao tentarem exprimir a ideia de função, deixaram de apresentar elementos essenciais que caracterizam este conceito. Ao compararmos as tabelas de erros das Questões 1 nos dois questionários, verificamos que houve, após um ano de estudos do curso de licenciatura em Matemática, uma diminuição na incidência de erros identificados no Primeiro Questionário. Com destaque para as categorias A3 e C3, que apresentaram redução de 45% nas suas ocorrências e para as categorias A2 e C2 que tiveram sua frequência zerada no Segundo Questionário. Num panorama geral, nos deparamos com um aumento de 4% para 26% de definições de função que podem ser consideradas corretas e uma diminuição na frequência de todos os tipos de erros observados no Primeiro Questionário com relação à Questão 1.

Na Questão 2, observa-se que em todos os itens houve melhora no desempenho dos estudantes, mesmo que tímidas, perspectiva que fica evidenciada no aumento das porcentagens de acertos. Até mesmo no gráfico que apresenta uma função de domínio discreto, como o item h da Questão 2 do Segundo Questionário, observamos um aumento na frequência de acertos. Isso é uma evidência de que durante esses dois semestres de formação, as disciplinas cursadas influenciaram positivamente as ideias dos participantes sobre o conceito e as múltiplas representações de uma função, perspectivas evidenciadas pela capacidade destes em reconhecer gráficos que representam, ou não, funções no Segundo Questionário.

Essas alterações nas porcentagens encontradas na aplicação do Segundo Questionário indicam que os estudos relacionados ao tema de funções permitiram aos participantes ter uma melhor compreensão acerca da definição de função na Questão 1. Além disso, ao utilizarem suas definições para apresentar justificativas coerentes na Questão 2, também fica evidenciado que os estudantes se tornaram mais proficientes em inter-relacionar aspectos formais e intuitivos na interpretação de gráficos.

A seguir, apresentamos uma análise das respostas de Laura para as Questões 1 e 2 dos dois questionários, buscando exemplificar os indicativos de que a formação superior em Licenciatura em Matemática de fato impactou no entendimento dos estudantes a respeito de funções e de suas múltiplas representações.

Ao apresentar essas duas questões em sequência nos Questionários, esperávamos que os participantes se valessem de suas definições apresentadas na Questão 1 para determinar, na Questão 2, quais dos gráficos representam, ou não, funções; contudo, ao comparar as respostas dadas pelos estudantes nas duas questões, encontramos respostas como as de Laura, que, no Primeiro Questionário, respondeu que “Função é a representação visual de equações e inequações” (Figura 20).



Função é a representação visual de equações e inequações.

Figura 20. Resposta de Laura para a Questão 1 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Sua definição não possui os elementos necessários para uma definição correta de função, além disso, o fato dela mesma não fazer uso dessa resposta durante a análise dos gráficos da Questão 2 evidencia que a estudante não interage aspectos intuitivos e formais durante a identificação de gráficos como sendo ou não representações de funções, como mostra a Figura 21 abaixo.

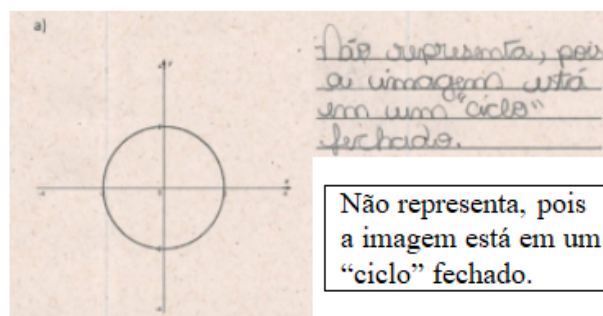


Figura 21. Resposta de Laura para o item a da Questão 2 do Primeiro Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Laura afirma que este não é um gráfico de funções, mesmo este sendo a representação gráfica de uma circunferência que, segundo sua resposta na Questão 1, seria uma função. Mostrando que a participante não inter-relacionava, no momento da primeira aplicação do questionário, aspectos intuitivos e formais durante o desenvolvimento da atividade. Esse tipo de ocorrência, visto na maioria das respostas dos estudantes, demonstra que eles, durante a primeira aplicação do questionário, têm dificuldades de inter-relacionar aspectos formais, algorítmicos e intuitivos ao trabalhar com o tema de funções.

Após passar pelo primeiro ano de formação, cursando as disciplinas de Fundamentos de

Matemática 1 e 2, nas quais o tema de funções é abordado diretamente, podemos verificar que a estudante Laura apresenta melhor compreensão acerca de aspectos formais relacionados ao conceito de função funções (Figura 22, Figura 23 e Figura 24).

A definição apresentada por Laura agora, contém muito mais elementos corretos. Inclusive, embora não tenha destacado a necessidade de haver apenas um representante na Imagem para cada elemento do Domínio, a estudante utiliza essa regra para identificar, na segunda questão se os gráficos apresentados eram ou não representantes de funções, ou seja, aspectos intuitivos mostram que ela possui este conhecimento, apenas não o explicitou formalmente.

Situações como essas reforçam a necessidade de que professores, ao trabalhar esse conteúdo com seus alunos, procurem fazer a interação de aspectos algorítmicos como o teste da reta vertical com aspectos formais como a definição de função, ajudando seus alunos a compreender melhor os procedimentos adotados, tornando assim o processo de ensino aprendizagem menos mecânico e mais significativo para os alunos.

função é a relação de dependência entre dois conjuntos (A e B), sendo A o conjunto de "saída", ou seja, o número que, por meio de uma expressão previamente dada, definirá o conjunto B, que é o conjunto de "chegada".

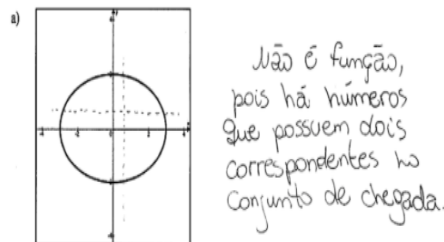
Função é a relação de dependência entre dois conjuntos (A e B), sendo A o conjunto de "saída", ou seja, o número que, por meio de uma expressão previamente dada, definirá o conjunto B, que é o conjunto de "chegada".

Figura 22. Resposta de Laura para a Questão 1 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em suas respostas para o Segundo Questionário, Laura demonstra conhecer melhor a definição de função, apresentando os conceitos de relação entre conjuntos. A participante inclusive utilizou o teste da reta vertical para identificar e justificar, corretamente, que o gráfico apresentado no item a da Questão 2 não se tratava de uma função.

Com isso, podemos afirmar que a experiência de formação superior a qual foi exposta a ajudou a melhorar seus conhecimentos acerca de funções e de suas múltiplas representações.



Não é função, pois há números que possuem dois correspondentes no conjunto de chegada.

Figura 23. Resposta de Laura para o item a da Questão 2 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

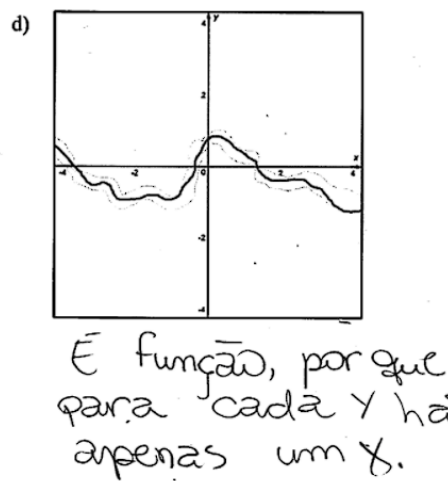


Figura 24. Resposta de Laura para o item d da Questão 2 do Segundo Questionário.

Fonte: Dados da pesquisa.

5. Considerações finais

Avaliando os resultados do Primeiro Questionário podemos verificar, da mesma forma que Faour (2020), que os estudantes têm dificuldades ao serem questionados sobre a definição de função. Acreditamos que essas dificuldades podem estar relacionadas a um tipo de ensino que não privilegia a inter-relação entre aspectos formais, algorítmicos e intuitivos pois, mesmo após passar pelo ensino médio, os

estudantes ainda não conseguiam expressar corretamente a definição e os conceitos que envolvem funções. A situação identificada por nós é semelhante às evidenciadas pelas pesquisas de Vinner e Dreyfus (1989) e Panaoura (2017), que também observaram grande dificuldade de estudantes do Ensino Médio com funções.

Nesse sentido, essas pesquisas indicam que, apesar dessas dificuldades já terem sido estudadas e reconhecidas há alguns anos, ainda não se observa mudanças estruturais na maneira como o tema funções é ensinado, perspectiva evidenciada por muitas dessas dificuldades continuarem sendo identificadas nas respostas de ingressantes do Ensino Superior.

Nossa investigação também corrobora os resultados colocados por Oliveira (1997), observou em sua pesquisa que os participantes apresentaram melhora ao trabalhar com a definição de funções e suas múltiplas representações após passarem por disciplinas que abordavam esse tema no Ensino Superior. Em nosso estudo, apesar de ter havido uma diminuição número de participantes no Segundo Questionário, fruto da evasão escolar, pudemos verificar os mesmos resultados de Oliveira (1997), ou seja, após um ano de formação superior, passando por disciplinas que tratam diretamente sobre o tema de funções, os participantes apresentaram um melhor resultado em questões que solicitavam a definição de função e o reconhecimento de gráficos de funções e não funções. Essa perspectiva fica evidenciada com a diminuição da frequência de todos os tipos de erros identificados no Primeiro Questionário e com um aumento na taxa de acertos das questões analisada no Segunda Questionário.

Esses resultados, somados ao fato de que os estudantes começaram a utilizar as definições de função para encontrar quais gráficos representavam ou não funções, mostram que os impactos do processo de formação foram capazes de proporcionar uma melhoria na capacidade dos estudantes em relacionar aspectos formais, algorítmicos e intuitivos ao formularem suas respostas acerca de funções e

suas múltiplas representações aumentando seus índices de acertos. Resta perguntar de que maneira essa formação será capaz de tornar os participantes dessa investigação em professores de Matemática que propõem um tipo de ensino que valorize a interação de aspectos algorítmicos, intuitos e formais no estudo de funções.

8. Referências

- BRASIL. Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília. 2017.
- CURY, H. N. Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos. Autêntica. São Paulo: Brasil, 2013.
- FAOUR, H. Existence of the Essential Features of the Function Concept in Public Secondary Students' Definitions. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, Jaipur, v.5 n.7, pp. 907-913. 2020. <https://doi.org/10.38124/IJISRT20JUL637>
- <https://doi.org/10.38124/IJISRT20JUL637>
- FISCHBEIN, E., TIROSH, D., MELAMED, U. Is it possible to measure the intuitive acceptance of a mathematical statement?. *Educational Studies in Mathematics*, v.12. pp. 491-512. 1981. <https://doi.org/10.1007/BF00308145>
- FISCHBEIN, H. *Intuition in science and mathematics: An educational approach*. Springer Science & Business media. 1987.
- FISCHBEIN, E. The interaction between the formal, the algorithmic, and the intuitive components in a mathematical activity. *Didactics of mathematics as a scientific discipline*, v.13. pp. 231-245. 1994. <https://doi.org/10.1007/0-306-47204-X>
- MENEGHETTI, C. M. S., DO AMARAL RODRIGUEZ, B. D., POFFAL, C. A. Gráfico de função polinomial: uma discussão sobre dificuldades de aprendizagem no Ensino Superior. *Ciência e Natura*, v.39 n.1. pp. 156-168. 2017. <https://doi.org/10.5902/2179460X23191>
- DE OLIVEIRA, N. A. N. C. I. Conceito de função: uma abordagem do processo ensino-aprendizagem. 28. Mestrado em Ensino de Matemática - PUC-SP, São Paulo, 1997.
- PANAOURA, A., MICHAEL-CHRYSANTHOU P., GAGATSI, A., ELIA, I., PHILIPPOU, A. A structural model related to the understanding of the concept of function: definition and problem

Furquim, O.P.; Pinto, G.; Vieira, W.; Imafuku, R.S. (2022). Uma comparação de conhecimentos sobre a definição e as múltiplas representações de funções antes e depois de uma experiência de formação

solving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v.15 n.4. pp. 723-740. 2017. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9714-1>

VINNER, S., DREYFUS, T. Images and definitions for the concept of function. *Journal for research in*

mathematics education, v.20 n.4. pp. 356-366. 1989. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.20.4.0356>



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-Compartilha Igual 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.



Guia para Autores

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_I3HDhHF2NTrI3V3t5I1hg/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 meios 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 cópia 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 cavallidade.

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 denúncias 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, devera 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 pratica.

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 numero 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.