

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

VOL. 16 NÚM. 3
SEPTIEMBRE - DICIEMBRE DE 2021



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

Volumen 16-Número 3
septiembre-diciembre de 2021

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

e-ISSN 2346-4712
ISSN 2665-3303

Editora en Jefe

Martha Janet Velasco Forero

Dirección editorial

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

Apoyo gestión OJS

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Corrección de estilo

Olga Lucía Castiblanco

Diseño y diagramación

Diego Fabian Vizcaino

Impresión

Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.

Fotografía portada

Crédito: Diego Vizcaino



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

EQUIPO EDITORIAL

Ph.D. Martha Janet Velasco Forero
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
Editora en jefe
Ph.D. Diego Fábian Vizcaíno
Universidad Antonio Nariño, Bogotá, Colombia
Editor de contenidos

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

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

COMITÉ EVALUADOR

Dr. Eduardo Henrique Gomes Rodrigues
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Brasil

Dra. Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira
Centro Universitário Metropolitano de São Paulo (UNIMESP), Brasil

Dr. Félix Alexandre Antunes Soares
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

Dra. Geide Rosa Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

Dr. Gustavo Iachel
Universidade Estadual de Londrina, Brasil

Dr. Juliana Pinto Viecheneski
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Campus Iraty, Brasil

Dra. Jenny Patricia Acevedo-Rincón
Universidad Industrial de Santander, Colombia

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

Mgs. Juan Barboza Rodríguez
Universidad de Sucre, Colombia

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

Dr. Heslley Machado Silva
Centro Universitário de Formiga/MG, Brasil.

Dr. Leonardo Fabio Martínez Pérez
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.

Dr. Marlise Ladvocat Bartholomei-Santos
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

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

Dra. Marilene Ribeiro Resende
Universidade de Uberaba, Brasil

Dr. Mauricius Selvero Pazinato
Universidade Federal do Rio Grande Sul (UFRGS), Brasil

Dr. Michel Mendes
Universidade Federal de Goiás, Brasil.

Dra. Neusa Nogueira Fialho
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Brasil

Dr. Néstor Eduardo Camino
Universidad de la Plata, Argentina

Dr. Paulo César Xavier Duarte
Instituto Federal do Sul de Minas, Campus Pouso Alegre, Brasil

Dr. Ricardo Andrés Franco
Universidad Pedagógica Nacional

Mgs. Sabrina Aparecida Martins Vallilo
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus Rio Claro, Brasil

Dr. Valéria Almeida Alves
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil.

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



Contenido

EDITORIAL

Apuntes sobre la investigación en la universidad Notes on research at the university Notas sobre pesquisa na universidade <i>Juan Carlos Suzunaga Quintana</i>	484
---	-----

HISTORIAS DE VIDA

Entrevista con Estella Beatriz Quintar Interview with Estella Beatriz Quintar Entrevista com Estella Beatriz Quintar <i>Martha Janet Velasco Forero</i>	488
--	-----

ARTÍCULOS

Crianças investigam para aprender ciências: uma experiência de aprendizagem na educação pré-escolar Children investigate to learn sciences: a learning experience in pre-school education Niños investigan para aprender ciencias: una experiencia de aprendizaje en la educación preescolar <i>Paulo Varela y Elisabete Alves</i>	494
---	-----

A formação de professores em astronomia: uma análise do banco de teses e dissertações sobre educação em astronomia Teacher education in astronomy: an analysis of the bank of theses and dissertations on education in astronomy La formación de profesores en astronomía: un análisis del banco de estas y disertaciones sobre la educación en astronomía <i>Alexandre Shigunov Neto y Rodolfo Langhi</i>	510
---	-----

Sentidos atribuídos pelos estudantes na significação do conceito função: correspondência, relação, dependência e variação Meanings attributed by students in the signification of the function concept: correspondence, relation, dependence and variation Sentidos atribuidos por los estudiantes en la significación del concepto función: correspondencia, relación, dependencia y variación <i>Angéli Cervi Gabbi y Cátila Maria Nehring</i>	522
---	-----

Emergencia y evolución de formas de pensamiento aditivo asociadas Al vector conteo simple Emergence and evolution of additive forms of thinking associated with the simple count vector Emergência e evolução de formas de pensamento aditivo associadas ao simples vetor de contagem <i>Óscar Leonardo Pantano Mogollón</i>	538
---	-----

Síntese moderna e síntese estendida da evolução biológica na perspectiva de acadêmicos de ciências biológicas de duas universidades brasileiras The active methodology pogil for the conceptual understanding of chemical equilibrium in high school La metodología activa pogil para el entendimiento conceptual del equilibrio químico en la enseñanza secundaria <i>Aline Alves Da Silva, Lourdes Aparecida Della Justina y María Júlia Corazza</i>	553
---	-----

O ensino e a aprendizagem da matemática: entre o gramatical e o empírico The teaching and learning of mathematics: between the grammatical and the empirical Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: entre lo gramatical y lo empírico <i>Valdomiro Pinheiro Teixeira Junior, Marisa Rosâni Abreu Da Silveira y Paulo Vilhena Da Silva</i>	569
---	-----



Contenido

Futebol em sala de aula: a geometria dinâmica e a interpretação de um lance polêmico
Soccer in the classroom: dynamic geometry and the interpretation of a polemic move
Fútbol en el aula: geometría dinámica e interpretación de una jugada polémica

Lucas Siviero Sibemberg y Márcia Rodrigues Notare

580

Experimentação de química no ensino médio: percepções e concepções de alunos e professores
Chemistry experimentation in high school: student and teacher perceptions and conceptions
Experimentación de química en la escuela secundaria: percepciones e concepciones del estudiante y del maestro

Geórgia Cristiane Zimmer, Quelen Colman Espíndola Lima, Mara Regina Bonini Marzari y Vanderlei Folmer

594

Aproximações entre a teoria antropológica do didático e uma formação docente para o ensino por investigação
Approaches between the anthropological theory of didactics and the training of teachers for teaching by research
Enfoques entre la teoría antropológica de lo didáctico y una formación docente para la enseñanza por investigación

Joelma Dos Santos Garcia Delgado, Cristiano Figueiredo Dos Santos y Vera De Mattos Machado

606

Oficina temática carboidratos, utilizando os três momentos pedagógicos como estratégia didática para a aprendizagem de química
Thematic workshop carbohydrates, using the three pedagogical moments as a didactic strategy for learning chemistry
Taller temático carbohidratos, utilizando los tres momentos pedagógicos como estrategia didáctica para el aprendizaje de la química

Jennifer Alejandra Suárez Silva y Mara Elisa Fortes Braibante

622

O bioma pampa no projeto pedagógico de um curso de licenciatura em ciências da natureza no rio grande do sul
El bioma pampa en el proyecto pedagógico de un curso de licenciatura en ciencias de la naturaleza en rio grande do sul
The pampa biome in the pedagogical project of a degree course in natural sciences in rio grande do sul state

Maurício Cendón Do Nascimento Ávila, Márcio Da Mota Machado Filho, Luiz Guilherme Lucho De Araujo y Edward Frederico Castro Pessano

636

Abordagens de saúde nos livros didáticos de ciências: investigando as infecções sexualmente transmissíveis
Health approaches in science school books: investigating sexually transmitted infections
Enfoques de salud en los libros escolares de ciencias: investiganando las infecciones de transmisión sexual

Karine Rudek y Erica Do Espírito Santo Hermel

651

EDITORIAL

APUNTES SOBRE LA INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD

NOTES ON UNIVERSITY RESEARCH

NOTAS SOBRE PESQUISA UNIVERSITÁRIA

Juan Carlos Suzunaga Quintana*

¿Qué es investigación? Es una pregunta que está desapareciendo de la academia, en virtud de que se parte cada vez de la obviedad. No obstante, aun resuena esta pregunta, ya no en las aulas, sino, en los corredores de la universidad, y vuelve a cobrar su verdor en los debates que se llevan a cabo en el campus universitario.

En estos apuntes quisiera ponerla nuevamente a circular. Hacer de una editorial, parte del campus, un lugar de la universidad más allá de las aulas, pero vinculado a estas.

La investigación, la universidad y la imagen de mundo

La Modernidad se ha constituido en dos dimensiones: una, a partir de la filosofía cartesiana, la cual da cuenta de un nuevo lugar que ocupa el hombre como sujeto del pensar, en relación con el mundo; y dos, a partir de la conquista del mundo como imagen, como un sistema de campos de objetos. Estas dos dimensiones a su vez se materializaron gracias a las revoluciones burguesas del siglo XVIII, las cuales permitieron, de manera retroactiva, la instalación de ese nuevo pensamiento, mediante la destrucción radical del mundo medieval, no solo de su pensamiento (su metafísica y ontología), sino, de las instituciones feudales. Para Heidegger (1998), la Modernidad es la única época que ha concebido al mundo como imagen, y el hombre se ha convertido en sujeto del pensar (yo, razón, conciencia, a partir de la percepción). Pero, decir mundo e imagen, necesita varias aclaraciones. En primer lugar, mundo es todo lo que existe. Recordemos que cada época, cada sociedad ha tenido una idea al respecto y ha definido lo existente a partir de una determinada concepción del mundo, es decir, de la realidad que hace sentir al hombre más seguro de la vida, puesto que se ubica de una manera respecto a lo que se define como existente.

En el caso de la Modernidad, el hombre devino sujeto, en tanto que se dio cuenta que no era dios el que lo pensaba, sino que era él mediante la razón y la conciencia, adquiría su autonomía, no solo para hacer uso de su propio entendimiento sin la dirección del

* Magíster en Ciencias Sociales con énfasis en psicoanálisis, candidato a Doctor en Historia de la Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: csjuanca3@hotmail.com

otro, sino, para pensar, operar, entender y transformar aquello que estaba al frente suyo.

Es desde allí que él representa todo lo existente como algo objetivo, como resultado de la comparación de lo desconocido, el enigma, por medio de lo conocido, la representación universal de las leyes fisicomatemáticas, las taxonomías biológicas, y las fuentes escritas, las cuales sirven como garantes de su existencia, a tal punto, que el mundo se concibe como un sistema, un conjunto organizado, de campos de objetos, que se caracterizan por ser calculables y planificables, a priori y a posteriori. Podemos decir, en consecuencia, que la ciencia en la modernidad tiene dominio total de todo lo que existe, si se concibe como objeto.

En consecuencia, en esta época, el saber tiene carácter de objetividad, es decir, piensa el mundo, en tanto que lo concibe al frente como objeto. Se puede decir que el hombre se concibe desvinculado a él, dado que al percibir, y ser poseedor de la razón se distancia de lo que tiene al frente. Es un saber que deja de ser una construcción que responde a un señalar, y se constituye como un producto de la objetivación, que necesita como condición la instalación de campos de objetos. Esta instalación de campos se cimientan en la separación del hombre como sujeto de razón que pregunta sobre lo enigmático del mundo que tiene al frente, y que se constituye como objeto, que va a ser garantizado por las representaciones que la misma época ha construido desde el siglo XVII, como es el caso de las reglas¹, y las leyes² como dijimos mas arriba. Pero, no solo con la objetividad se garantiza su existencia, sino que es necesario que se instale en la realidad, que ese saber científico pase del claustro de la investigación que se aloja en la universidad, a la realidad de la obviedad y el sentido común.

En ese orden de ideas, dicha instalación se logra mediante las políticas que se legislan de acuerdo a la lógica de las instituciones de las sociedades modernas como es el Estado-nación, y el sistema mundo del capitalismo que, para el mundo occidental, se logra como proyecto unificado una vez termina la segunda guerra mundial. Podemos decir que este proceso de instalación del pensamiento como sistema lleva 300 años, y además, logra su realización solo hasta la segunda mitad el siglo XX. La universidad en la Modernidad tiene un papel fundamental en esta manera de construir la realidad, en razón de que no solo tiene a su encargo formar profesionales en diferentes campos, sino, de pensar la realidad mediante la investigación, y para poder así transformarla. Esta transformación se torna una exigencia cuando un acontecimiento del mundo cuestiona lo existente, y exhorta a la universidad construir un proyecto de investigación de acuerdo con lo que inquieta al hombre moderno y que se formaliza en preguntas que orientan la construcción de un saber que se extiende a la realidad, a la sociedad, y a la naturaleza mediante el ejercicio profesional. Es aquí, donde se empieza instalar una manera de concebir la realidad, pero ya ordenada como una representación científica.

Así las cosas, la esencia de la investigación no es sólo la de construir un método, sino, es la develar aquello que asalta a un sujeto, mediante un proceso en el que se incluye un método.

1 Las reglas derivan de la fijación de hechos y la constancia de su variación

2 Las leyes se constituyen como lo constante de la transformación en la necesidad de su transcurso. En el caso de la naturaleza: las leyes fisicomatemáticas y las taxonomías sirven como horizonte en que se contrastan los hechos mediante la experimentación, y en las ciencias históricas del espíritu, la referencia que funciona como referente son las fuentes escritas, y la contratación se hace mediante la revisión y crítica de fuentes

La ciencia moderna encuentra en la investigación su esencia, en tanto, permite abrir un sector o un campo de objetos donde las manifestaciones de lo existente, del mundo, puedan ser leídas desde un saber. Pero, antes se debe construir un camino que permita la apertura de un campo, de un sector de la realidad donde se pueda mover la investigación, es decir, donde se pueda realizar, en virtud de que hay una sección de la realidad concreta, y esto es sólo posible a partir de la lectura de un rasgo fundamental de un fenómeno, a partir de un conocimiento previo, construido por la época y diseñar un proyecto -en el cual se formaliza el problema, la pregunta fundamental, y los objetivos- y un rigor. Proyecto y rigor que permitirán trazar un camino para abrir un sector, una sección, un campo en un ámbito de lo existente.

Método viene del griego μεθόδος que significa camino a seguir, en tanto que viene de dos palabras también griegas meta, más allá, οδός, camino. Si partimos de su significado primero, entendemos método como un "camino a seguir", es decir, un camino que no está hecho, sino el que se tiene que construir, como en Machado, para poder seguir las huellas que dejan los acontecimientos, si se quiere los indicios. Optar por el origen de la palabra misma, no como un simple etimo, sino como una manera de entender una época y la manera cómo el hombre concibió su realidad, ayuda mucho para desvanecer esa suerte de prejuicio científico o afectivo que a veces caracteriza a algunos "militantes de las metodologías en la modernidad".

Es importante entenderlo desde la simpleza del origen de la humanidad, puesto que la forma no fue previa, sino la que se construyó a partir de la experiencia como una necesidad. Esto nos lo han enseñado los primeros cazadores, hace más de 150.000 años, porque ellos aprendieron a seguir huellas, ellos olfateaban, registraban, interpretaban y clasificaban, puesto que carecían de un catálogo de "métodos-científicos", pues, si de lo que se trata es de leer la realidad, es menester quitarse las anteojeras del pre-juzgado petrificado de la teoría para aprehender los acontecimientos que "trastornan" la realidad. Eso implica vincular dialécticamente la praxis con la teoría.

Es importante considerar que la humanidad transmitió mediante la palabra hablada la experiencia, la cual se fue constituyendo en saber, y se transmitió en las sociedades ágrañas. Más adelante, estas sociedades, fueron relevadas o destruidas por la escritura, fue esta la que tomó el relevo para transmitir ese saber a través de la teoría, la cual reedita la práctica. Fue la ciencia moderna, -no sólo aquella identificada dentro del positivismo, pero sí la que dialécticamente deja asaltar la comprensión por la singularidad tanto del fenómeno natural, como del fenómeno histórico del espíritu- la que formalizó y ha formalizado la investigación como inherente a la construcción de saber de la realidad. Por esta razón, se plantea que el método no solo es la construcción de un camino, sino de servirse del pensamiento que la humanidad nos ha legado. En este caso el saber científico al que representamos, se transmitirá en la dialéctica académica, primero en la universidad, y luego como una de las maneras para leer la realidad, y poder así no solo cuestionarla, sino también para transformarla mediante el proceso investigativo y formativo, los cuales son dialécticos. Se puede decir, que la ciencia es una manera de construir un saber sobre lo real.

A partir de la apertura de un campo de objetos en lo ente lo que permite una experiencia donde asegura el proyecto y el rigor en el camino o en el método. Hay un tercer carácter esencial de la investigación como es el de ser empresa³, es decir que es necesario que la investigación alcance

³ Empresa: Del it. Impresa, der. de imprendere "comenzar" 1. f. Acción o tarea que entraña dificultad y cuya ejecución requiere decisión y esfuerzo. 2. f. Unidad de organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de presta-

los institutos para que tenga el estatuto de ciencia y que pueda instalarse en la naturaleza y la historia como conocimiento, o en otras palabras, para que se le imponga un método de indagación a la naturaleza y a la historia. Sin embargo, este carácter es paradójico, en cuanto, toma el peso del espectro del significante, es decir, que va del mismo hecho del trabajo arduo alrededor de la investigación hasta la empresa pura, concebida ésta última como entidad integrada por el capital y el trabajo como factores de producción, orientada y dedica a actividades industriales y mercantiles o de prestación de servicios que exige resultados. En este orden de ideas, es necesario que la investigación sea inscrita en un campo de objetos para que alcance el estatuto de científica, pasando por la empresa que son los institutos, entre ellos la universidad. De tal suerte, que las ciencias naturales y las históricas del espíritu han de inscribirse en un campo donde lo que investigan pase a ser un objeto para la ciencia y donde el rasero de explicación parte del cálculo de aquello que se presencia por lo habitual y lo estándar. Sin embargo, lo extraño, lo particular, lo raro queda al margen como excepción. La pregunta que nos asalta es: ¿es posible la investigación por fuera del campo de objetos de la ciencia? ¿Si hay un campo de objetos, se puede hablar de campo del sujeto? Y si lo hay, ¿cuál es? ¿Es el campo del sujeto el mismo de la conciencia y la razón?, o por el contrario, apelamos a los aportes que ha hecho el psicoanálisis sobre la investigación para construir un saber sobre lo real, lo singular? ¿Acaso se vuelve relevante dejarse inquietar por la huella que deja la obra de arte para inquietar y abrir el horizonte de sentido que ha constituido la representación científica parainvestigar. O sea, que la empresa no se sostiene por sus resultados sino, por el trabajo alrededor de su pregunta⁴.

En este orden de ideas, es necesario que la investigación sea inscrita en un campo de objetos para que alcance el estatuto de científica, pasando por la empresa que son los institutos, entre ellos la universidad. De tal suerte, que las ciencias naturales y las históricas del espíritu han de inscribirse en un campo donde lo que investigan pase a ser un objeto para la ciencia y donde el rasero de explicación parte del cálculo de aquello que se presencia por lo habitual y lo estándar. Sin embargo, lo extraño, lo particular, lo raro queda al margen como excepción. La pregunta que nos asalta es: ¿es posible la investigación por fuera del campo de objetos de la ciencia? ¿Si hay un campo de objetos, se puede hablar de campo del sujeto? Y si lo hay, ¿cuál es? ¿Es el campo del sujeto el mismo de la conciencia y la razón?, o por el contrario, apelamos a los aportes que ha hecho el psicoanálisis sobre la investigación para construir un saber sobre lo real, lo singular? ¿Acaso se vuelve relevante dejarse inquietar por la huella que deja la obra de arte para inquietar y abrir el horizonte de sentido que ha constituido la representación científica.

ción de servicios confines lucrativos. 3. f. Lugar en que una empresa realiza sus actividades.4. f. Intento o designio de hacer algo.5. f. Símbolo o figura que alude a lo que se intenta conseguir o denota alguna prenda de la que se hace alarde, acompañada frecuentemente de una palabra o mote. Tomado de <https://dle.rae.es/empresa?m=form>

4 “La empresa se convierte en pura empresa cuando durante el proceso ya no se mantiene abierta a la realización siempre nueva del proyecto, sino que abandona tras de sí dicho proyecto como si fuera algo dado sin ni siquiera confirmarlo, limitándose a perseguir acontecimientos que se van acumulando para confirmarlos y contarlos” HEIDEGGER, Martin. *Caminos de bosque*. Madrid: Alianza Editorial, 1998, pág.81



ENTREVISTA CON ESTELLA BEATRIZ QUINTAR*

Por: Martha Janet Velasco Forero** 



Foto Archivo personal Estella Beatriz Quintar.

Estella Beatriz Quintar: Profesora del nivel preescolar al posgrado. Doctora en antropología social, orientación antropología médica (salud mental y educación) Directora general de IPECAL. Investigadora en el área de Didáctica y Formación Docente. Desarrolla proyectos de investigación, asesorías y conferencias en países tales como Colombia, Argentina, México, Cuba, Chile, entre otros.

Martha Janet Velasco (MJV): Stella, ¿Qué opinión te merece las apuestas investigativas en la academia hoy, a nivel de las maestrías y los posgrados?

Estella Beatriz Quintar (EBQ): Es una pregunta interesante, creo que los sistemas educativos en general, desde el preescolar hasta posgrado y ahora

posdoctoral, están organizadas desde una perspectiva epistémica analítica, radicalmente moderna, radicalmente analítica. Cuando digo analítica, estoy hablando de una tradición de pensamiento y dentro de esa tradición de pensamiento estaría el Positivismo, el Neopositivismo, el Falsacionismo, la Escuela de Viena; que tienen una organización metodológica, que, deviene de una postura epistémica y, en esa postura epistémica, los principios de criterios de verdad y de racionalidad científica están muy presentes, por lo tanto, las hipótesis tienen que ver con unas afirmaciones devendidas de cuerpos teóricos; devendidas de organizaciones disciplinares o, devendidas más bien, de esa misma racionalidad. ¿Por qué digo esto?, porque siento que el problema no pasa tanto por lo que hace,

* Doctora en antropología Social. Correo: estelaquintar@ipecal.edu.mx Institución: Ipecal (Instituto Pensamiento y Cultura en América Latina, AC). Directora General. Mexico

** Licenciada en Psicología y Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional (Bogotá-1996), Especialista Orientación Educativa y Desarrollo Humano de la Universidad el Bosque (Bogotá-1999), Magíster en Educación de la Universidad Externado de Colombia (Bogotá-2004), Doctora en Educación Superior de la Universidad de Palermo (Argentina-2018). Profesora Asociada de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas mjvelascof@udistrital.edu.co -<https://orcid.org/0000-0001-9853-8199>

-se hacen en esta época- sino, desde qué posturas epistémicas se hace lo que se hace. Creo que eso es un problema complejo porque en general, lo epistémico está relacionado con la historia de la ciencia, desde estas perspectivas analíticas, más que, en una otra perspectiva, en la que me inscribo y nos inscribimos desde IPECAL, que es la crítica hermenéutica. En la perspectiva crítica hermenéutica hay otra lógica y estoy hablando de formas de organización del pensamiento, que se visualizan, que se objetivan, en formas de mirar la realidad, de comprenderla y de producir conocimiento, qué, en este caso, ya es conocimiento histórico. Cuando digo histórico, no estoy hablando de historiografía, estoy hablando de una comprensión más vinculada al Historicismo alemán; dentro de la perspectiva crítica hermenéutica estarían como tradición de pensamiento: el Neomarxismo, la Fenomenología, el Historicismo alemán, la Escuela de Frankfurt, el Psicoanálisis. Todas las perspectivas que ponen en el centro al sujeto y su experiencia vital en el presente en el que sujeto vive; un presente, que se configura desde el pasado subjetivo y colectivo, y ahora, la física cuántica, que abona muchísimos elementos para estas comprensiones. Por ejemplo, desde el concepto de campos mórficos. Sabemos que nuestro presente no es solamente lo que vivimos como experiencia, sino, que, es una experiencia condicionada por unas narraciones de sentidos y de significados, acumuladas en la memoria, tanto, transmitida por la cultura, como las prácticas sociales, como del ADN. Eso complica la comprensión de la realidad y complica en términos de develarla. Para nosotros, la investigación desde esta perspectiva, es una develación constante, historizada de los fenómenos que van emergiendo de la realidad. Un fenómeno, no es un problema, el problema hay que construirlo. El fenómeno es una emergencia. Es algo que el investigador observa como síntoma problemático y a partir de síntomas problemáticos, desde una lógica de razonamiento de construcción de problema, distinta el hipotético deductiva, dónde hay que verificar o hay que comprobar, en este caso, es, construir la complejidad y eso implica otra matriz

de pensamiento, otro ángulo de mirada. Creo que el problema más bien deviene, de unas posturas epistémicas, radicalmente analíticas, que, a veces, usan textos de moda y el pensamiento crítico, pasa a ser un pensamiento teórico, qué es un antagonismo. Nosotros decimos que hay una crítica teórica y una crítica histórica; porque la crítica es una manera de pensar; no es usar autores que han pensado críticamente. Un ejemplo es hablar de complejidad desde Morin, como si hablar de Morin, volviera al sujeto complejo en su pensar. En general, la investigación para educación superior desde los 80's están centradas y radicalizadas en unas apuestas de pensamiento analítico y, como eso no está tan debatido, quizás, prácticamente cumplimos con unos antropónomas -diría Laval- que nos ponen en la continuidad, muy controladas de estas perspectivas analíticas, donde, todavía se habla de objeto de estudio, por ejemplo; donde, el objeto de estudio tiene unos determinados marcos teóricos que condicionan objeto de estudio. En cambio, nosotros pensamos que más que un objeto de estudio, hay problemáticas a construir de realidades complejas, entonces, es otra mirada de mundo que implica como sentimos y miramos la realidad; construimos formas de organización de eso, darnos cuenta. Otro concepto fundamental que es conciencia histórica, conciencia crítica, esto no tiene un lugar muy importante, quedamos en esta perspectiva analítica. Es una pregunta ético-política, en tanto, pone en tensión las opciones que los investigadores hacemos en relación a nuestro deseo de conocer y ahí, ya es un problema de otro orden, implica darle un "otro sentido" a la epistemología en términos de condiciones ético-político, en términos del impacto que estas opciones tienen en la producción de conocimiento en la academia en general.

MJVF: En esa lógica, con las pistas que nos das, qué sería investigar y qué sería la formación en investigación hoy?

EBQ: Aclarado el punto de la opción epistémica, voy a responder a esta pregunta de qué habría que investigar hoy, desde una postura crítica-hermenéutica,

asumida y elegida. Desde esta postura, creo que la realidad, nos coloca en términos de epistémicos ante desafíos enormes, desafíos que, por lo menos, a mí modo de ver, sobre todo la educación superior, no ha podido visualizar desde mediados del siglo XX; cuando ocurre el gran fenómeno de la segunda Revolución de la ciencia de la técnica, genera una ruptura de 360° en el modo de vivir cotidiano de todos nosotros, sujetos de la cotidianidad en nuestras experiencias, aún, en comunidades indígenas, aún, en comunidades rurales. Por ejemplo, no digo en todas, los niveles de generalización nunca son buenos, pero, la tendencia es que después de mediados de siglo XX, hemos alterado el orden de nuestras coordenadas epistémicas en la práctica. Por ejemplo, vuelvo al ejemplo que quería dar: en zonas rurales la mayoría de las zonas tienen luz, no todas, pero, una parte importante como tendencia. Eso hace que haya electrodomésticos y los electrodomésticos han modificado las formas de vida familiar, aún, en comunidades indígenas, o, la manera de organizar los fogones. Por ejemplo, no siempre es con leña: hay tecnologías que intentan bajar la producción de humo cuidando la salud, o, cuidando el medio ambiente, en fin, hay muchísima tecnología desde la bio-construcción que va modificando las prácticas. ¿Cómo está visualizando este gran cambio de 360°, que fue paulatinamente llevándonos a un siglo XXI, donde el capitalismo totalitario -me gusta decir- toma formas de un capitalismo totalitario digital. Para el sistema educativo, el Covid fue el estallido, pero resulta que el desfase de sistema educativo, tiene que ver, desde mediados del siglo XX, con la nanotecnología. ¿Por qué pongo el acento a mediados del siglo XX? porque se dieron tres grandes descubrimientos que tuvieron la fuerza de la máquina vapor, en la primera revolución de la ciencia a la técnica, y fue: el trípode de la nanotecnología, de la energía, la bomba atómica; el uso de unos descubrimientos en términos energéticos, y la genética. Cambio la vida, entonces, uno va a comprar tomates a cualquier altura del año en el supermercado y los tomates son todos iguales..., por lo menos preguntarnos ¿qué paso? ¿por qué antes

vivíamos al ritmo de las estaciones y ahora, se borran esos límites en la vida cotidiana? Las formas de lavar la ropa, está digitalizada, la lavadora, vuelvo a decir, no solo en zonas urbanas; también en zonas rurales, y no estoy generalizando, otra vez, como tendencia. Estoy hablando del mundo occidental, porque en África y en otros lugares, sabemos que hay condiciones diferentes, pero, hablo de América Latina que es la Patria grande donde están nuestros países. De esta configuración entre la nanotecnología, la genética y la energía, trastoca nuestra vida cotidiana, pero, se vuelve una condición de antroponormatividad. Por ejemplo, el control digitalizado, los famosos controles de calidad, desde la producción de la tierra, hasta la producción de conocimiento. Eso tiene que ver con unos niveles de control del capitalismo digital, que, a mi modo de ver, se vuelven espacios de investigación, pero, de los síntomas, de las consecuencias. Por ejemplo, se investiga las competencias en educación, pero, para nosotros eso es un síntoma, ¿de qué me deviene la competencia? Quizás, el problema tenga que ver, fundamentalmente, con las condiciones de la antroponomía en un capitalismo digital. Se investiga por lo general, los síntomas, como problemas y los síntomas, son emergencias de experiencias directas que terminan reduciéndose en sí mismas y descontextualizándose de la complejidad de la época. Yo creo, por lo menos que hay al menos tres condiciones epistémicas para la investigación hoy: historicidad de los fenómenos; totalidad, como exigencia de razonamiento, es decir, cuáles son las múltiples relaciones políticas, económicas, culturales, medio ambientales, que acompañan a un síntoma social; no confundimos el síntoma con problema y podemos ir retejiendo el síntoma en sus múltiples relaciones para construir el real problema. ¿Bajo qué condiciones deberíamos asumir los desafíos de época?, sería, además, de la historicidad y la totalidad, la dialéctica como articulación, -como diría Hugo Zemelman- ya no la dialéctica como tesis, antítesis, síntesis, sino, como una lógica articulada. ¿Cómo vamos a articular fenómenos, más que comparar fenómenos? Por ejemplo, en un perspectiva

como esta, no podríamos trabajar investigación comparada, ni siquiera está en el paisaje de lo que uno puede pensar como comparación. ¿Es posible comparar México con Colombia?, pueden tener los mismos síntomas: narcotráfico, narcopolítica, pero, las condiciones socioculturales, ambientales, de historicidad, no son las mismas, por lo tanto, los mismos síntomas, no son trasladables, ni son comparables, entonces, son historizables. América Latina está atravesada por los mismos síntomas o fenómenos, porque América Latina es pensada, desde las agencias internacionales como una región, pero, eso no quiere decir, que esa esas políticas que hacen que tengamos los mismos fenómenos o síntomas, operen de igual manera, porque las condiciones socio-históricas y culturales de cada país son particulares... Por lo tanto, historicidad, para leer las emergencia socio-históricas del presente en la experiencia de vida cotidiana; totalidad, como articulamos la experiencia micro a la macro en perspectivas más complejas; articulación, la dialéctica, entendida como articulación. Otra gran dificultad es, hipervalorar la información por sobre el pensar, como dice Hugo Zemelman, poner el acento en el pensar teórico por sobre el pensar histórico; el pensar histórico nos enraíza, nos historiza, nos articula a una lógica sensible. Entonces, que es la lógica que nos permite activar sentidos históricos, en tanto afectaciones y búsqueda de alternativas.

MJVF: Entonces, cómo superar esas dificultades de las coordenadas que propones, relacionadas con la formación investigativa y la investigación?

EBQ: Yo creo que esa pregunta, es la pregunta del millón. Voy a intentar dar una mirada desde lo que nosotros venimos construyendo en IPECAL, desde la perspectiva Zemelmaniana, desde todos los aportes de Hugo Zemelman y articulado a lo que nosotros llamamos didáctica no paramétrica o didáctica del sentido. Nosotros consideramos que la formación debe pensarse en la contribución a procesos que aporten al pacto de unas coordenadas epistémicas, modernas, capitalistas, totalitarias, a una mirada

crítico-hermenéutica. Ese desplazamiento es costoso, porque toda nuestra historia, en términos de sistema educativo, está configurada; la colonialidad es del pensar y del sentir, la colonialidad no de la información solamente, sino, es cómo nos leemos en el mundo de la vida, cómo nos colocamos. Entonces, una primera condición, es, la conciencia es darse de cómo pensamos y nos pensamos en el mundo de la vida, y esto ya pone en tensión a los profesores disciplinares, -el sistema educativo es muy escolástico-. Entonces, la disciplinariedad, a pesar que hablamos de una interdisciplinariedad, bue habla de una postura analítica y se hacen asociaciones de disciplinas que terminan armando áreas, es decir, disciplinas más grandes; que no es lo mismo que cambiar las lógicas de razonamiento. Si nosotros ponemos el acento en develar de cómo pensamos, lo que pensamos, tenemos que modificar nuestras didácticas, y eso es complejo porque a comienzos de los fines de los 70, los problemas de la enseñanza fueron relegados a la tecnología educativa; toda la conversación de las urgencias intersubjetivas de los procesos formativos cada vez fueron más relegados, y la centralidad está en los diseños curriculares, en los criterios de calidad, en la evaluación como el gurú de las posibilidades, hasta de estudiar, porque antes hay que evaluar si la gente tiene las condiciones para poder entrar a una universidad y la frustración que esto genera. Pero no fue siempre así. La creencia de que eso fue siempre así, es increíble... En nuestros posgrados, por ejemplo, no hay preingreso, ni pre-proyectos de investigación. Entonces, algunos interesados y algunos estudiantes nos preguntan por interés, ¿por qué no tienen el examen de ingreso, o, formas de criterio para saber quienes van a ingresar? -y eso que esto qué es una propuesta alternativa. El tema no es señalar si es verdadero o falso; el tema es preguntarte por qué piensa lo que piensa, y ahí viene todo un trabajo sobre el darse cuenta y el dar cuenta; es decir, una didáctica que haga de la conciencia crítica y la conciencia histórica el positivo de construcción de conocimiento, en dónde la teoría sea colaboradora del darse cuenta y no reemplace el

darse cuenta. Esto implicaría procesos de formación de enseñantes para desparametrizar, es decir, deconstruir desde la experiencia de conciencia histórica: creencias, mitos, ritos que articulan las prácticas de la formación. En Colombia, en mi recorrido por algunos espacios, por ejemplo, en Bogotá, con maestros de Básica, que, ponen a todos los estudiantes en el mismo diseño curricular, cuando, la realidad de esos estudiantes, -sobre todo en zonas urbanas es dramática- niños desplazados que vienen con sus familias desplazados, la violencia, en una precariedad emocional, precariedad económica y, esos niños tienen que olvidarse de sí, para ponerse a disposición de un diseño curricular que después, van evaluar con criterios de calidad. En mi opinión, -no estoy descalificando nada-, son posturas, que a veces no nos detenemos y no nos damos la oportunidad de profundizar en la elección ético-política que eso significa. Los posgrados son, una profundización de las licenciaturas en términos teóricos y cuanto más sufre la gente en un posgrado, porque tiene un nivel de exigencia, de memorización de trabajo con los teóricos, incluso, los seminarios son de teóricos, de teóricos que se vuelven seminarios. Ese profesor que estudia un posgrado, o, ese trabajador de la cultura que estudia un posgrado, no tiene con qué pagar el posgrado, tiene que endeudarse con el ICETEX, entonces, tiene otra deuda, tiene que mantener a la familia, no es profesor de planta, sigue buscando trabajo... El mundo real, el mundo de la vida queda afuera de los procesos formativos. Qué tal si, ponemos la realidad como dispositivo de organización de comprensión del mundo de la vida, pero, a partir de esa comprensión, producir conocimiento histórico. Seguramente, va a haber más teorías, que, si me restrinjo a los aspectos curriculares de competencias. Entonces, estas preguntas que parecen del orden de lo existencial,-y los son-, deberían ser las que organizan los procesos de formación. No estoy diciendo, que no hay que cumplir con el currículum. Estoy diciendo que hay un gran problema metodológico, en cómo trabajar lo que la política pública para educación me pide y eso depende de cuál es mi postura epistémica y

mi opción ético-política, en la formación de sujeto. Entonces, ¿cómo hacer para cambiar este estado de cosas? Repensándonos en una didáctica que recupere el sentido de lo humano, diría Maturana, que recupere la mirada del otro, que recupere la imaginación. Ahora, se está dando un fenómeno que ojalá, a alguien te ocurre estudiarlo, por lo menos a nosotros si nos interesa, que es el traslado de lo analógico a lo digital, y, un ejemplo de eso es que se sigue dando clase como si estuvieras en el aula física, en aula digital, ¿es posible eso? incluso con la misma cantidad de alumnos; yo conozco experiencia de tener 60 cuadraditos que además no se ve la imagen, el profesor habla y habla...Estamos peor que Comenio, por lo menos Comenio le había dado un sentido a su propuesta, en términos políticos, pero ahora lo que importa es cumplir con dar la clase para que "no me dejen sin trabajo a mí", y ¿los estudiantes? Veremos los que pueden, los que tienen internet y los que no, se juntan con un whatsapp, en fin, ya sabemos lo que pasa. ¿Cómo vamos a cambiar las maneras de pensar? Una especie de laboratorio...No nos damos cuenta, por que si nos diéramos cuenta, lo volveríamos experiencia de investigación. ¿Cómo vamos a resolver esto? Son los problemas que estamos pensando desde la didáctica, no parametral, en términos de ruptura de parámetros, y el parámetro es un problema epistémico, un problema de conocimiento, o, de sentido, porque el sin sentido es un problema de la época, el consumo sin sentido, cómo problema... Eso va generando mucha angustia indudablemente a la cual también, nos acostumbramos, normalizamos, vivir en la crisis. Ejemplo, la gobernabilidad, después de los 80, tiene como norma vivir de crisis en crisis. La democracia, además de ser representativa, es una democracia de las crisis: la crisis sociales, implican crisis culturales: vivimos en la crisis de la precariedad subjetiva, a crisis de las precariedades sociopolíticas... ¿Qué pasa con el paro en Colombia? Parece que ahora volvemos a la normalidad, y aquí no paso nada, excepto, muchas vidas que ya no están, incluso, muchas familias que tienen vacíos en sus casas, pero hay que pasar rápido la página.

La realidad será fuente aprendizaje complejos y es tiempo de recuperar la complejidad de la realidad en la que vivimos como dispositivo de construcción de conocimiento histórico, que nos de sentido en la vida...En la vida de la formación de sujeto...¡Vaya responsabilidad!.

Revista Góndola: El equipo editorial de la Revista Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias, agradece a la Doctora Stella Quintar por el tiempo dedicado a esta entrevista. Para que nuestros lectores inquietos conozcan un poco más a profundidad el trabajo de la doctora Estella Quintar, presentamos algunas de sus publicaciones, datos tomados de la página del Instituto en Pensamiento y Cultura en América Latina. <https://ipecal.edu.mx/>

PUBLICACIONES:

- Didáctica problematizadora e integradora. ENEP Aragón. UNAM 1996

- La Enseñanza como Puente a la Vida. IPN, Instituto Politécnico Nacional/IPECAL 1998

- Didáctica no Paramétrica: Sendero hacia la Descolonización. IPECAL/Universidad Manizales 2008

- Colonialidad del pensar y bloqueo histórico en América Latina. En "América Latina: Los desafíos del pensamiento crítico. Compiladoras Raquel Sosa Elizaga e Irene Sánchez Ramos. Edit. SXI

- Memoria e historia desafíos a las prácticas políticas de olvido en América Latina. Revista Ágora No. 15. 2015

- Universidad, producción de conocimiento y formación en América Latina», Polis evista Latinoamericana, 18. 2007,





CRIANÇAS INVESTIGAM PARA APRENDER CIÊNCIAS: UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR

CHILDREN INVESTIGATE TO LEARN SCIENCES: A LEARNING EXPERIENCE IN PRE-SCHOOL EDUCATION

NIÑOS INVESTIGAN PARA APRENDER CIENCIAS: UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN PREESCOLAR

Paulo Varela*  , Elisabete Alves** 

Como citar este artículo: Varela, P.; Alves, E. (2021). Crianças investigam para aprender ciências: uma experiência de aprendizagem na educação pré-escolar. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 494-509. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16003>

Resumo

Este artigo descreve e analisa o processo de exploração de uma atividade de investigação sobre a influência da luz e da humidade no comportamento das minhocas, promovido num grupo de crianças da educação pré-escolar, no âmbito de um projeto de intervenção pedagógica supervisionada. Através da análise do processo, que incide no diário da atividade, elaborado na sequência da observação participante, caracteriza-se o conhecimento espontâneo das crianças sobre as minhocas, identificam-se os processos científicos promovidos para investigarem a influência da luz e da humidade no comportamento das minhocas e avaliam-se as aprendizagens realizadas pelas crianças. A análise sugere que as crianças destas idades são capazes de assumir uma “atitude científica e investigativa” na procura do saber, quando devidamente estimuladas pela ação do educador e envolvidas em experiências de aprendizagem interessantes e desafiadoras.

Palavras Clave: : Prática pedagógica. Educação pré-escolar. Educação científica. Aprendizagem por investigação.

Abstract

This article describes and analyses the process of exploring of an inquiry activity on the influence of light and moisture on the behaviour of earthworms, promoted in a group of preschool children, within the scope of a supervised pedagogical intervention project. Through the analysis of the process, which focuses on the activity diary, developed following participant observation, we characterise the children's spontaneous knowledge

Received: 9 de marzo de 2020; approved: 30 Noviembre de 2020

* Professor Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade do Minho e Investigador do Centro de Investigação em Estudos da Criança (CIEC), Braga, Portugal. E-mail: pibvarela@ie.uminho.pt – ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5751-529X>

** Professora no Agrupamento de Escolas Engenheiro Duarte Pacheco, Loulé, Portugal. E-mail: elisabetealves231@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9153-2015>

of earthworms, identify the scientific processes promoted to investigate the influence of light and moisture in the behaviour of worms and we assess the learning made by the children. The analysis suggests that children of preschool age are capable of taking on a 'scientific and investigative attitude' in the search for knowledge, provided they are duly stimulated by the educator and engaged in interesting and challenging learning experiences.

Keywords: Teaching practice. Preschool education. Science education. Inquiry-based learning.

Resumen

Este artículo describe y analiza la exploración de una actividad de investigación sobre la influencia de la luz y la humedad en el comportamiento de las lombrices de tierra, promovida en un grupo de niños en educación preescolar, dentro del alcance de un proyecto de intervención pedagógica supervisada. A través del análisis del proceso, que se centra en el diario de actividades, elaborado a partir de la observación participante, se caracteriza el conocimiento espontáneo de los niños sobre las lombrices de tierra, se identifican los procesos científicos promovidos para investigar la influencia de la luz y la humedad en el comportamiento. lombrices de tierra y evaluación del aprendizaje de los niños. El análisis sugiere que los niños de estas edades son capaces de asumir una "actitud científica e investigativa" en la búsqueda de conocimiento, cuando son estimulados adecuadamente por la acción del educador e involucrados en experiencias de aprendizaje interesantes y desafiantes.

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

1. Introdução

O presente artigo resultou de um “Projeto de Intervenção Pedagógica Supervisionada”, desenvolvido com um grupo de crianças da educação pré-escolar, no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Educação Pré-escolar da Universidade do Minho - Portugal. Em coerência com as atuais “Orientações Curriculares para a Educação Pré-escolar”, o projeto teve como um dos seus objetivos promover a abordagem às Ciências da Natureza da área curricular do “Conhecimento do Mundo”, com vista a fomentar nas crianças uma “atitude científica e investigativa”. A promoção dessa atitude pressupõe o desenvolvimento de um processo que “parta dos

interesses das crianças e dos seus saberes” e recorra a situações ou problemas, em que elas tenham a oportunidade de “questionar, colocar hipóteses, prever (...), experimentar e recolher informação, organizar e analisar a informação para chegar a conclusões e comunicá-las” (SILVA et al., 2016 p. 86). O projeto emergiu de um período inicial de observação, durante o qual se procurou, a partir das variáveis situacionais observadas, conhecer e problematizar o contexto da prática. Durante esse período, de cerca de um mês, constatou-se, em conformidade com vários autores, o enorme gosto e interesse das crianças pelas ciências (ESHACH, FRIED, 2005; PATRICK, MANTZICOPoulos, 2015; TRUNDLE, 2015). Verificou-se também uma reduzida presença

desta área no seu ambiente de aprendizagem, bem como a ausência de momentos estruturados de exploração de atividades de ciências potenciadoras do pensamento e da aprendizagem. Nestas circunstâncias, eram muito limitadas as oportunidades das crianças para o desenvolvimento de competências e saberes essenciais a uma melhor compreensão e integração no mundo que as rodeia.

A realidade anterior está longe de corresponder a um problema específico daquele contexto educativo, mas antes a uma das dificuldades mais críticas que a educação em ciências tem enfrentado nos primeiros níveis educativos. Particularmente na educação pré-escolar, vários estudos têm evidenciado as limitadas oportunidades que as crianças dispõem para aprenderem ciências, comparativamente com outras áreas ou domínios curriculares (DOMÉNECH et al., 2016; EARLY et al., 2010; GERDE et al., 2018; NAYFELD et al., 2011; SAÇKES, 2014). Porém, quando tais oportunidades existem, resumem-se frequentemente à observação e manipulação de materiais e objetos, com pouca intencionalidade e orientação por parte dos educadores (GERDE et al., 2013).

No nosso país, não se conhecem estudos recentemente realizados sobre a frequência e a natureza da abordagem das ciências neste nível educativo. No entanto, temos observado, frequentemente, em vários contextos de educação pré-escolar, práticas que se limitam a promover a familiarização das crianças com experiências marcadamente lúdicas ou a realização de explorações e manipulações casuísticas de objetos e materiais, em ambos os casos, sem nenhuma intencionalidade educativa específica. Também MARTINS et al. (2009) partilham desta opinião e referem que:

[...] ao nível da educação pré-escolar, a educação em ciências é, muitas vezes, relegada para segundo plano, sendo amiúde pouco enriquecedoras as experiências de aprendizagem proporcionadas às crianças, e observando-se um fosso entre aquilo que elas são capazes de fazer e compreender e as experiências a que têm acesso no jardim de infância e também no seu meio familiar (p. 14-15).

Embora as causas possam variar, o educador é o fator

mais importante. As suas escolhas, prioridades, crenças e conhecimentos determinam a qualidade da educação científica nos jardins de infância (KURU, AKMAN, 2017; SAGEIDET, 2016). Muitos adultos, incluindo educadores, tendem, frequentemente, a subestimar as reais capacidades das crianças, para compreenderem determinados fenómenos (RAVANIS, 2010) e para raciocinarem cientificamente (METZ, 1997). No entanto, o insuficiente domínio do conhecimento científico e didático específico dos educadores de infância, o qual lhes origina baixa autoeficácia ou insegurança em relação às ciências, tem sido particularmente salientado por vários autores (GERDE et al., 2018; HAMLIN, WISNESKI, 2012).

Na nossa perspetiva, estas insuficiências constituem importantes fragilidades do sistema de formação, que não tem sido capaz de habilitar os educadores com um perfil de conhecimentos científicos e de competências didáticas orientadas para a abordagem das ciências. Estas duas dimensões de formação devem-se conjugar, tendo em vista a qualidade da educação científica a proporcionar às crianças. Segundo DOMÉNECH et al. (2016), os formadores de educadores de infância nem sempre conhecem as singularidades deste nível educativo, nem as necessidades formativas a que devem atender. Acresce ainda o facto de continuar a existir um importante défice de investigação na área da didática das ciências para esta etapa educativa.

Nestas circunstâncias, estão-se a limitar as oportunidades para o desenvolvimento de competências e saberes essenciais a uma melhor compreensão e integração da criança no mundo que a rodeia. As ciências constituem uma área de conteúdo essencial na educação infantil. Várias e importantes razões justificam a sua presença e exploração nos jardins de infância. Desde muito cedo, as crianças manifestam um interesse e uma curiosidade natural para explorarem e descobrirem tudo o que as rodeia (TRUNDLE, 2015). Elas gostam de observar e pensar sobre o mundo natural (ESHACH, FRIED, 2005). As primeiras experiências de aprendizagem em ciências devem aproveitar e potenciar estas

qualidades naturais, pois constituem o suporte prévio para que as crianças assumam um papel ativo na aprendizagem (FRENCH, 2004; PATRICK, MANTZICOPoulos, 2015).

A curiosidade é um “elemento chave na investigação científica” (FRENCH, WOODING, 2013 p. 182). As atividades que promovem a exploração e a investigação são cruciais não só para o desenvolvimento e a manutenção dessa curiosidade (SMITH, 2016), mas também para o desenvolvimento de competências investigativas (FRENCH, WOODING, 2013) como, por exemplo, observar, fazer perguntas, prever, experimentar, interpretar e discutir os resultados das suas descobertas (GERDE et al., 2013). Estas competências são fundamentais para que as crianças começem a construir a sua compreensão do mundo, a entenderem a natureza da ciência, a investigação, o raciocínio científico e a desenvolverem atitudes científicas. Neste sentido, FURMAN (2016) sustenta a importância de envolver as crianças em investigações acerca dos fenómenos da natureza, como modo de construir as bases do pensamento científico. Sem este começo, “as experiências posteriores carecerão da base para a construção de competências e compreensão necessárias à aprendizagem posterior e ao longo da vida” (HARLEN, 2014 p. 18). Evidências na área da neurociência apoiam o argumento de que o caráter exploratório e investigativo das crianças promove a criatividade e a plasticidade cerebral, pois ajudam-nas a abrirem o seu pensamento a novas ideias e a serem mais criativas (COLLINS, 2015).

As atividades de ciências proporcionam, também, múltiplos contextos para o uso e o desenvolvimento integrado de saberes de outras áreas (FRENCH, 2004), particularmente da linguagem e da matemática (GERDE et al., 2013; PATRICK et al., 2013; VARELA, 2014), conferindo relevância e sentido a esses saberes. Esta construção articulada do saber, contextualizada e portadora de sentido, permite que as diferentes áreas dialoguem entre si e se enriqueçam mutuamente (VARELA, 2014), contribuindo para uma visão menos segmentada na compreensão dos fenómenos científicos (CALDEIRA et al., 2016).

Uma abordagem significativa das ciências é suscetível de promover a motivação das crianças para a ciência em fases posteriores da sua vida (PATRICK, MANTZICOPoulos, 2015).

Assim, nos primeiros níveis educativos, a qualidade da educação científica é essencial para desenvolver nas crianças as bases do pensamento científico, uma compreensão básica dos fenómenos naturais e as atitudes positivas em relação à ciência e à sua aprendizagem, as quais terão uma importância fundamental no seu desenvolvimento e nas suas aprendizagens ulteriores. Resultados de alguns estudos recentes da psicologia cognitiva, referidos por TRUNDLE, SAÇKES (2012), indicam que as primeiras experiências de aprendizagem são cruciais para o desenvolvimento cognitivo das crianças e limitadas experiências e estímulos podem impedir que desenvolvam todo o seu potencial.

As características do mundo moderno requerem também uma educação científica precoce, para que os futuros cidadãos estejam apetrechados para viver nele, assumindo-se como sujeitos participativos, críticos e informados na tomada das suas decisões. Segundo FIOLHAIS, “uma criança que não fique próxima da ciência na idade dos “porquês” [...] dificilmente estará preparada para a vida, que, atualmente, sevê cada vez mais dependente da ciência e da tecnologia” (2012 p. 59).

2. Objetivos de intervenção e investigação

Atendendo às preocupações anteriores e aos interesses e necessidades identificadas no contexto da prática, o projeto de intervenção pedagógica pretendeu promover uma abordagem prática e investigativa das ciências, baseada no papel ativo e construtivo da criança em interação com os seus pares e com a educadora. Simultaneamente, teve como objetivos gerais de investigação: a) desenvolver conhecimentos sobre os processos de exploração e aprendizagem promovidos em cada tema de ciências abordado, de forma a que esses saberes possam enformar as práticas e os processos de formação de educadores de infância; b) averiguar a fecundidade da intervenção pedagógica na qualidade das

aprendizagens realizadas pelas crianças.

O presente artigo é parte integrante desse projeto de intervenção. Assim, em articulação com os objetivos anteriores, a intencionalidade da ação pedagógica, no caso concreto da atividade “Como se comporta a minhoca à luz e à humidade?”, consubstanciou-se no seguinte conjunto de objetivos específicos: a) identificar os conhecimentos prévios das crianças sobre as minhocas; b) descrever o efeito da observação orientada da minhoca na aprendizagem das crianças; c) identificar os processos científicos propostos e executados para investigarem a influência da luz e da humidade no comportamento das minhocas; d) avaliar a qualidade das aprendizagens realizadas pelas crianças.

3. Procedimentos metodológicos

A intervenção pedagógica de ciências foi desenvolvida num grupo de crianças de um jardim de infância situado na área urbana da cidade de Braga – Portugal. O grupo era constituído por dezanove crianças, com idades compreendidas entre os 4 e os 5 anos ($\bar{x} = 4,8$). O projeto adotou uma metodologia de investigação-ação (MACNAUGHTON, HUGHES, 2011), integrada no quadro teórico da investigação interpretativa (ERICKSON, 1986; GUBA, LINCOLN, 2000).

Cada ciclo interativo de planificação, ação, observação e avaliação correspondeu ao processo educativo inerente à exploração de cada atividade de ciências. As atividades foram dinamizadas pela educadora estagiária, que, em estreita colaboração com o supervisor pedagógico e a educadora titular do grupo, desempenhou, simultaneamente, o papel de educadora e investigadora. Foram planificadas e exploradas 7 atividades, de acordo com os interesses manifestados previamente pelas crianças e os temas sugeridos na área de conteúdo do “Conhecimento do Mundo” (SILVA et al., 2016). Ao longo de 2 meses, com uma cadência de exploração de, sensivelmente, uma atividade por semana, o tempo de intervenção perfaz um total de 13 horas, conforme a tabela 1.

Tabela 1. Tema das atividades e tempo de exploração.

Atividade	Tempo
1-Atrai ou não atrai?	1h 30min.
2-Os imanes têm todos a mesma força?	1h 30min.
3- Como se comporta a minhoca à luz e à humidade?	2h 30min.
4- Que textura usar para melhor escorregar?	2h
5- Qual a inclinação do escorrega para mais longe chegar?	2h
6- O balão-foguete: mais ou menos ar para mais longe chegar.	2h
7- As sombras crescem?	1h 30min.

Fonte: Autoría Propria

A exploração das atividades incorporou uma abordagem prática e investigativa, em que foram privilegiadas as seguintes estratégias pedagógicas: a) proporcionar às crianças oportunidades para manusearem e explorarem os objetos; b) colocar perguntas que estimulam o pensamento e a ação das crianças; c) promover a discussão de ideias, estratégias e observações no seio do grupo; d) fornecer o suporte e a ajuda necessária, para que as crianças possam operar num nível cognitivo mais elevado - *scaffolding*; e) confrontar as crianças com evidências e situações discrepantes que contrariam as suas ideias; f) incentivar as crianças a avaliarem a consistência das suas ideias e explicações à luz das evidências disponíveis e a considerarem explicações alternativas; g) usar formas simples de registo das observações, de forma a apoiarem e a reverem as aprendizagens efetuadas; h) ajudar as crianças a usarem processos científicos simples e a desenvolverem, simultaneamente, competências de investigação (HARLEN, 2014; PRISCINET, 2014; VARELA, 2014).

As crianças, por seu lado, foram estimuladas a: a) comunicar as suas ideias e modos de pensar sobre questões, problemas e fenómenos; b) dialogar e discutir entre si e com o adulto o fundamento das suas ideias e ações; c) submeter as suas teorias pessoais à prova da evidência, com recurso aos processos científicos; d) avaliar criticamente o grau de conformidade das suas teorias, expectativas e previsões com as evidências; e) recorrer ao registo escrito ou icónico das observações e das aprendizagens realizadas; f) negociar as diferentes

perspectivas pessoais emergentes no grupo, tendo em vista a construção de significados socialmente partilhados (HARLEN, 2014; VARELA, 2014). No contexto de exploração de cada atividade, a educadora estagiária envolveu-se e participou ativamente com as crianças, interagindo com elas para melhor compreender as várias perspetivas de significados e preparar o sentido da sua ação (GÓMEZ, 2005). A atenção esteve particularmente centrada na interpretação dos significados das ideias e ações das crianças e no modo como esses significados iam sendo (re)construídos e negociados pela ação conjunta do grupo. Desta forma, a ação, a observação e a interpretação estão interligados e informam-se entre si, de forma interativa e recursiva, mantendo-se a inferência dos significados contextualizada e próxima da sua fonte (GRAUE, WALSH, 2003). O objetivo é, como propõem GUBA, LINCOLN (2000), a obtenção de construções mais informadas e sofisticadas por via de um processo hermenêutico e dialético. A compreensão que se obtém produz novas formas de intervir, “numa relação em espiral dialética na qual ambos os elementos se potenciam mutuamente” (GÓMEZ, 2005, p. 95).

Os dados gerados, durante a exploração das atividades, foram registados sob duas formas complementares: as notas de campo e as gravações de áudio. Estes dados em bruto materializaram-se, após cada intervenção semanal, em narrativas completas e detalhadas dos acontecimentos mais relevantes ocorridos (GRAUE, WALSH, 2003) – os diários das atividades. A escrita dos diários e a subsequente análise, ao incorporarem uma importante dimensão autorreflexiva, permitem também regular e melhorar a qualidade da intervenção pedagógica (ZABALZA, 2004), bem como do próprio processo de investigação (ENGIN, 2011). A escrita dos diários promovia uma consciência metacognitiva do papel da estagiária, enquanto educadora e investigadora. Consequentemente, potenciava, ao longo de todo o percurso, as suas competências didáticas e de investigação. Segundo NEWMAN (2000), o ato de

criar uma narrativa permite também distanciar-nos dos nossos juízos e interpretações, influenciados por valores culturais, e oferece uma oportunidade para que o nosso trabalho seja aberto à inspeção de outros. Foram ainda utilizadas fotografias, desenhos elaborados pelas crianças e outros registos iconográficos.

O processo de exploração de cada atividade, como unidade de análise representado no diário, é composto por uma sequência de momentos de aprendizagem, que correspondem a unidades de análise mais particulares. Cada unidade é portadora de um sentido específico – “unidade de significado” (RATNER, 2002 p. 5). Assim, no diário da atividade sobre como se comporta a minhoca à luz e à humidade, começou-se por identificar a sequência de unidades de significado, tendo como referência os objetivos de investigação. Em seguida, procedeu-se à análise interpretativa do significado de cada unidade identificada. No entanto, procurou-se preservar a integridade psicológica da ideia expressa (RATNER, 2002), ao incluírem-se nos resultados transcrições e excertos do próprio diário de aula.

Em termos de avaliação das aprendizagens das crianças, os dados contidos no diário não permitem, por um lado, fazer inferências quanto ao grau de aprendizagem alcançado individualmente por cada uma. Por outro lado, não atendem à dimensão temporal e à dinâmica interna do processo de construção de significados, pois, segundo COLL, MARTÍN (2001), “o alcance e a profundidade das aprendizagens realizadas não se manifestam, por vezes, senão depois de um certo tempo” (p. 210). Assim, dois meses após o processo de exploração da atividade sobre a influência da luz e da humidade no comportamento das minhocas, as crianças responderam a um pequeno conjunto de cinco itens verdadeiros (V) e falsos (F), com vista a avaliar, ao fim daquele período de tempo, o nível de compreensão e retenção das aprendizagens realizadas¹. As crianças

¹ A utilização destes itens tem apenas uma finalidade investigativa, pois na educação pré-escolar a avaliação das aprendizagens é formativa e centrada “na documentação do processo e na descrição da aprendizagem da criança” (SILVA et al., 2016, p.15).

responderam individualmente aos itens na presença de um adulto (os autores deste artigo), que os leu e lhes concedeu o tempo necessário para responderem. As respostas aos itens foram classificadas em “corretas” ou “incorrectas” e, posteriormente, organizadas numa tabela de frequências.

4. Resultados e discussão

Apresentam-se os resultados da análise do diário da atividade e da avaliação das aprendizagens das crianças. No caso do diário, alguns dados já contêm alguma dose de interpretação, uma vez que se procurou compreender os significados dos participantes, no quadro da interação ecológica e social que se constrói através das suas ações (GÓMEZ, 2005; MERRIAM, 2009).

4.1. Análise do diário da atividade

A exploração da atividade decorreu em dois momentos, que se sucederam na manhã de dois dias consecutivos. No primeiro, as crianças comunicaram os seus conhecimentos prévios sobre as minhocas, observaram algumas das suas características morfológicas externas e mediram os seus comprimentos. No segundo, investigaram o comportamento das minhocas à luz e à humidade.

Os conhecimentos prévios das crianças sobre as minhocas

Nas respostas à questão sobre como são as minhocas, predominam características morfológicas externas facilmente perceptíveis, como: a) o tamanho – “São pequeninas”; “Outras são mais compridas”; b) a forma – “Parece um fio”; “É muito fina”; “É redonda”; “As pontinhas são redondinhas”; c) a cor – “São castanhas”; “Algumas são mais claras”; “São cor-de-rosa”.

Existem ainda referências a características que vão além da aparência física, como o regime alimentar (“A minhoca come terra”; “As minhocas comem terra e folhas”) ou o habitat (“Vivem na terra”; “Nos jardins”; “Debaixo da terra...”; “Eu tenho muitas na minha horta”).

Questionadas sobre como obtiveram estes conhecimentos, a experiência física do quotidiano, a televisão, a internet, os livros/enciclopédias infantis são os principais meios de conhecimento informal referidos pelas crianças.

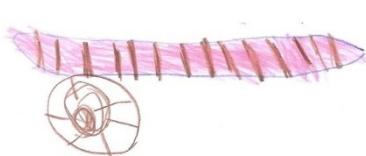
Embora se desconheçam pesquisas anteriores no âmbito do conhecimento prévio das crianças sobre as minhocas, estes resultados são concordantes com estudos que demonstraram que as crianças, em idade pré-escolar, conceituam os animais com base em características essencialmente perceptivas (SHEPARDSON, 2002). As mais velhas (5 anos), no entanto, tendem a utilizar também características mais abstratas, como o habitat (ALLEN, 2015), devido a conhecerem mais factos sobre os animais, em resultado do efeito cumulativo das suas experiências de vida (ALLEN, 2015; GELMAN; MEYER, 2011). Os resultados anteriores permitem ainda constatar que o conhecimento prévio das crianças sobre as minhocas tem, essencialmente, uma origem sensorial e cultural (POZO, CRESPO, 2013). Para além das experiências físicas do quotidiano, os meios de comunicação e informação constituem também importantes veículos de transmissão cultural do conhecimento.

A observação e medição das minhocas

Pretende-se agora que as crianças ampliem o seu conhecimento acerca das minhocas. Vários momentos de aprendizagem, a seguir designados pelas letras A, B, C, e D, foram identificados na análise do diário da atividade.

A. *Observam as minhocas e comunicam as observações.*

Em contexto de pequenos grupos, as crianças, equipadas com lupas e luvas de latex, observam e tocam no corpo do animal. Através da observação guiada pelas questões da educadora, dão conta de outras características, nomeadamente quanto: a) à locomoção – “Rasteja para trás e para a frente”; “Rastejam na terra”: b) à identificação e localização da boca – “A boca é aqui” (aponta). “Por que dizes que é aqui a boca e não é do outro lado?” – Pergunto. “Porque a parte amarela é a

**Figura 1.** Desenho 1.**Fonte:** Autoria própria.**Figura 2.** Desenho 2.**Fonte:** Autoria própria.**Figura 3.** Desenho 3.**Fonte:** Autoria própria.

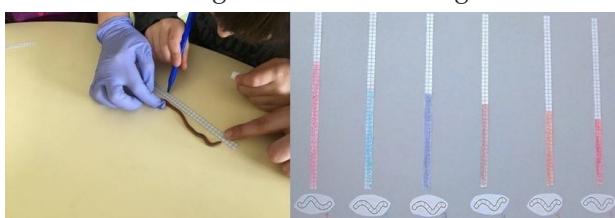
boca e a castanha é a cauda". Outras referem: "Porque aquela está a mexer mais"; c) ao corpo segmentado por anéis – "Tem risquinhos"; "Tem uns pequeninos e depois um maior"; "Tem uma coisinha ali" (o clitelo – anel mais largo e claro que se situa próximo de uma das extremidades pontiagudas do animal, onde se localiza a boca); d) à ausência de olhos e orelhas – "Não tem olhos"; "Não tem nenhuma orelha. Eu vi com a lupa"; e) à textura – "O corpo é mole"; "Tem gel"; "É molhado".

B. Registam as observações realizadas.

Com base nas observações realizadas, elaboram individualmente um desenho da minhoca. Nos desenhos destacam-se as observações relativas à tonalidade do animal (cor-de-rosa e acastanhada) e ao corpo segmentado por anéis. Exemplos: Comentários das crianças sobre os desenhos: desenho 1 - "Fiz uma minhoca esticada e uma enrolada"; desenho 2 - "É a minhoca a andar..."; desenho 3 - "Eu fiz a minhoca com os risquinhos."

A. Medem o comprimento das minhocas e constroem um gráfico de barras.

Com a ajuda da educadora, as crianças medem o comprimento das minhocas com uma tira de papel quadriculado, pintam o correspondente número de quadrículas e, em grande grupo, constroem com as tiras um gráfico de barras (figura

**Figura 4.** Medição das minhocas e respetivo gráfico de comprimentos. **Fonte:** Autoria própria.

D. Interpretam o gráfico e efetuam contagens. Estimuladas pelo questionamento da educadora, interpretam o gráfico de barras construído coletivamente e efetuam contagens do número de minhocas representado e do número de quadrículas que cada uma mede. Excerto do diário:

"De que cor é a minhoca maior?" – Pergunto. Todos respondem que: "é cor de rosa." "E a mais pequenina?" "É a vermelha". "A minhoca azul é maior ou menor do que a vermelha?" – Pergunto. "É maior" (Várias). "Quantas minhocas estão no gráfico?" – Pergunto. Algumas referem logo "6", mas outras necessitam de as contar. "Vamos contar?" "1, 2, 3, 4, 5, 6". Incentivo as crianças a contarem o número de quadrículas correspondentes ao comprimento de algumas minhocas.

Nesta sequência de aprendizagem, as crianças, através da observação orientada pelas questões do educador, são capazes de identificar outras características morfológicas, que contribuem para o desenvolvimento de um conhecimento biológico mais integrado e globalizante (CALDEIRA et al., 2016) acerca das minhocas. Simultaneamente, desenvolvem a capacidade de recolher informação, através da observação, direta ou com a lupa, e da medição para quantificarem as observações realizadas. A observação é a base de todos os meios de recolha de dados numa atividade prática (HARLEN, QUALTER, 2018) e assume um papel central na aprendizagem das crianças em idade pré-escolar (GELMAN, BRENNEMAN, 2012). Ela constitui, segundo MONTEIRA e ALEIXANDRE (2016), a principal fonte de evidências empíricas sobre os seres vivos no jardim de infância.

De seguida, as crianças recorrem ao desenho para registarem as suas observações, de forma a apoiarem e a reverem as aprendizagens efetuadas (HARLEN, 2014). Mobilizam e desenvolvem ainda, de forma integrada, saberes associados a outras áreas de conteúdo (GERDE et al., 2013; VARELA et al., 2017), principalmente à matemática, para medirem por quadrículas o comprimento das minhocas, construírem um gráfico para organizarem essa informação, interpretarem o gráfico e efetuarem contagens.

Os processos promovidos para investigarem o comportamento da minhoca à luz

As crianças devem ser agora capazes de obterem uma resposta para o seguinte problema: será que as minhocas gostam de estar à luz ou no escuro?

A. Elaboram e justificam as hipóteses.

A quase totalidade das crianças (94,7%) considera que as minhocas gostam de estar “no escuro” e apresentam justificações baseadas no facto de elas viverem no interior do solo. Exemplos: “Porque vivem debaixo da terra”; “Gostam mais de viver debaixo da terra, no escuro”; “Elas sobem quando está noite e só vão para debaixo da terra quando está dia, porque gostam do escuro”.

B. Comunicam formas de testarem as suas hipóteses.

Estimuladas a pensar, sugerem a experimentação para obterem evidências que confirmem ou não as hipóteses anteriores (ex.: “Experimentamos!”; “Fazer a experiência”). Porém, há quem proponha ideias mais específicas, que preveem a introdução de alterações no fator luz. Exemplos: “Temos de desligar a luz para ver se ela gosta do escuro”; “Pôr a minhoca na luz e no escuro”.

C. Construem coletivamente uma estratégia.

Partindo das ideias anteriores, as crianças são incentivadas a construirão, em interação de grande grupo, uma estratégia para resolverem o problema. Uma possível estratégia é ilustrada na figura 5. Ela consiste em revestir metade da superfície externa

de um frasco de vidro com papel crepe de cor preta. A minhoca é colocada no interior da parte não revestida do frasco – parte iluminada, sobre uma tira de papel de cozinha humedecido. As crianças devem aguardar alguns instantes, até que a minhoca se desloque para a parte revestida do frasco, não iluminada (a). Ao chegar a essa parte, poder-se-á mudar o revestimento de papel preto para a extremidade oposta do frasco, de modo a que a minhoca se desloque agora para esse lado, que se encontra não iluminado (b).

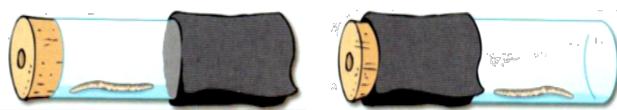


Figura 5. Ilustração da possível estratégia. **Fonte:** Autoria

C1. Identificam o material.

Começam por identificar corretamente o material que lhes é fornecido: um frasco de vidro destapado, com uma tira de papel humedecido no seu interior, e uma folha de papel crepe preto.

C2. Comunicam e executam algumas estratégias.

Incentivadas a pensar sobre como devem utilizar os materiais anteriores, para investigarem o comportamento das minhocas em reação à luz, algumas crianças sugerem e executam, perante a observação atenta das outras, as seguintes estratégias:

Estratégia A



Figura 6. Estratégia A. **Fonte:** Autoria própria

Revestir a superfície externa do frasco com papel de cor preta, ficando todo o seu interior escurecido. Colocar no interior uma minhoca e observar o seu comportamento (figura 6). Comunicação da estratégia: “Enrolamos assim o frasco no papel. Se ela não gostar do escuro vai sair e vem para aqui” (para o exterior do frasco).

Estratégia B



Figura 7. Estratégia B. Fonte: Autoria própria.

Revestir a superfície externa do frasco com duas folhas de papel preto, deixando ao centro, entre as duas folhas, um espaço não revestido. Colocar a minhoca dentro do frasco e observar o seu comportamento (figura 7). Comunicação da estratégia: “Pomos o papel preto à volta e deixamos um bocadinho aberto para ver se ela gosta do escuro ou da luz. Depois pomos a minhoca lá dentro”. Estratégia C

Figura 8. Estratégia C. Fonte: Autoria própria.



Revestir metade da superfície externa do frasco, a da base, com o papel preto. Colocar o frasco na vertical e no seu interior uma minhoca. Observar o comportamento da minhoca (figura 8). Comunicação da estratégia: “Ponho assim e se a minhoca gostar do escuro fica em baixo e se ela gostar do claro vem para cima”.

C3. Estabelecem um consenso coletivo sobre a melhor estratégia.

O grupo de crianças é solicitado a pronunciar-se sobre a qualidade das estratégias anteriores. Não hesitam em considerarem que a melhor é a C. No entanto, são de opinião que o frasco deve ser colocado na posição horizontal e a minhoca no interior da parte não revestida do frasco.

C4. Recapitulam a estratégia e preveem os resultados.

A estratégia é recapitulada da seguinte forma:

“Colocamos assim (o frasco deitado no chão)”. “E depois?” – Pergunto. “Tapamos esta parte com o papel” (metade do frasco). “Será que assim a minhoca pode escolher, se gosta do escuro ou de estar à luz?” “Sim” – respondem várias. “Se gostar do escuro o que irá acontecer?” – Pergunto. “Vai para o escuro” (várias). “E se gostar de estar à luz?” “Fica no transparente”. “Fica nesta parte clara” – respondem as crianças. (Exceto do diário).

D. Executam, em grupo, a estratégia acordada.

Estando nesta altura a estratégia suficientemente amadurecida, ela é executada no interior de dois grandes grupos, em que cada tem o apoio e a ajuda de um adulto, a educadora estagiária e a educadora titular da sala, respetivamente.

E. Observam e comunicam o comportamento das minhocas.

Após alguns instantes e em ambos os grupos, as minhocas começam a deslocar-se para a parte não iluminada do frasco (figura 9). As crianças são incentivadas a comunicarem oralmente o que observam. Exceto do diário:

“O que observam?” – Pergunto. “Ela está a ir para o escuro” – referem, visivelmente entusiasmadas. Depois de as minhocas se deslocarem para a parte escurecida do frasco, pergunto: “E se, agora, colocarmos o papel preto no outro lado do frasco, o que irá fazer a minhoca?” “Vai para o outro lado”. “Vai para o escuro” – referem algumas crianças.



Figura 9. Comportamento da minhoca à luz num dos grupos de crianças. Fonte: Autoria própria.

F. Refletem sobre as observações realizadas e concluem.

“Por que razão as minhocas foram sempre para o

escuro?" – Pergunto. Respondem: "Porque gostam do escuro"; "A minhoca não gosta da luz". Esclareço-os que durante a noite as minhocas saem debaixo da terra e, por isso, pergunto: "porque será que elas vêm cá para fora?" Rapidamente o Manuel responde: "Porque está escuro cá fora". Outras referem: "Elas vêm cá fora alimentar-se, brincar, pôr os ovinhos para nascerem novas minhocas". "Quando chove muito de manhã ainda se veem cá fora, mas quando começa a aparecer o Sol elas vão para debaixo da terra". "Porque não gostam da luz". (Excerto do diário).

Os processos promovidos para investigarem o comportamento da minhoca à humidade

As crianças procuram agora responder ao seguinte problema: será que as minhocas gostam de estar na terra seca ou na terra húmida?

A. Elaboram hipóteses.

A hipótese predominante (84,2%) sustenta que as minhocas preferem a "terra molhada" e é justificada com base nos seguintes argumentos: para evitarem o calor – "Porque assim não apanham calor"; para respirarem – "Na terra seca elas morrem, porque não conseguem respirar"; para beberem água – "Porque na terra seca não conseguem beber água e elas precisam de água". As crianças que afirmam que as minhocas preferem a "terra seca" (15,8%) não sugerem nenhuma justificação.

B. Constroem coletivamente uma estratégia de investigação.

Perante a ausência de estratégias e como forma de estimular o pensamento das crianças, são fornecidos a cada grupo, os seguintes materiais: um tabuleiro de plástico com uma divisória ao meio, areia seca e água. Através de sucessivas ajudas, constroem, em interação com os colegas e com a educadora, uma estratégia definida pelas seguintes ações: a) encher de areia seca as duas divisórias do tabuleiro de plástico – "Colocamos areia aí dentro"; b) humedecer a areia de uma das divisórias – "Tem de ficar um bocado molhada"; "Só molhamos uma parte"; c) colocar as minhocas – "Depois vamos pôr as minhocas"; d) observar – "Para vermos se elas gostam da areia molhada ou

da seca".

O local onde devem colocar as minhocas gera alguma discussão (na areia seca ou na areia molhada?). No entanto, é acordado colocar as minhocas sobre a divisória do tabuleiro, na zona de separação entre os dois meios, a areia seca e a areia molhada.

C. Preveem os resultados em função das hipóteses elaboradas.

As crianças antecipam os resultados. Excerto do diário:

"O que irá acontecer se a minhoca gostar da areia molhada?" – Pergunto. "Vai para a areia molhada." "E se ela gostar da areia seca?" "Vai para a areia seca" – respondem algumas crianças.

D. Executam a estratégia e realizam observações.

Com ajuda, as crianças executam a estratégia. Colocam as minhocas sobre a divisória dos dois meios, com a boca virada para a areia seca. A maioria das observações sustenta a hipótese de que as minhocas preferem a "terra molhada". No entanto, outras, inesperadamente, apoiam uma nova evidência – as minhocas locomovem-se também para trás, como se pode constatar na figura 10 pela posição da boca e do clitelo em relação ao sentido de deslocação da minhoca (ex.: "Ela não está a virar a cabeça"; "Está a andar para trás!").

E. Refletem sobre a evidência e concluem.



Figura 10. Comportamento da minhoca à luz num dos grupos de crianças. Fonte: Autoria própria.

Estimuladas a refletir sobre as observações realizadas, as crianças não têm dúvidas em concluir que: "As minhocas gostam da areia molhada",

porque “vão sempre prá areia molhada”. A análise do processo de exploração das atividades anteriores revela que as crianças destas idades, quando devidamente estimuladas e apoiadas pela ação do educador, são capazes de assumir um papel ativo e investigativo na procura do saber. Em nenhuma das atividades anteriores a educadora referiu às crianças o que fazer. Em vez disso, concedeu-lhes a oportunidade de sugerirem estratégias e de proporem e executarem um conjunto de processos científicos simples para procurarem uma resposta para os problemas com as quais foram confrontadas. Assim, não só obtém conhecimentos, mas também desenvolvem, simultaneamente, competências de processos científicos (FRENCH, WOODING, 2013; GERDE et al., 2013). Estas duas dimensões da aprendizagem constituem vertentes indissociáveis que se desenvolvem mutuamente no ato de aprender (HARLEN, 2014; HARLEN, QUALTER, 2018).

Nos dois casos anteriormente analisados, as crianças: a) elaboram hipóteses sobre o comportamento da minhoca à luz e à humidade; b) preveem os resultados em função das hipóteses elaboradas; c) sugerem ideias para testarem as suas hipóteses; d) constroem coletivamente uma estratégia; e) executam, em grupo, a estratégia acordada; f) realizam observações do comportamento da minhoca à luz e à humidade; g) refletem sobre as observações realizadas para concluírem.

Todo este processo implica um grande envolvimento intelectual e afetivo da criança, mas é indissociável de uma intervenção planificada e intencionalmente orientada por parte do educador (PETERSON, FRENCH, 2008). A sua ajuda é essencial para apoiar o envolvimento das crianças nas práticas científicas (MONTEIRA, ALEIXANDRE, 2016) e, consequentemente, para promover uma educação científica eficaz (ALLEN, 2015). Através de um questionamento estimulador do pensamento e ação, vai mediando, apoiando e regulando a atividade cognitiva das crianças (CHIN, 2006), ajudando-as a alcançarem aquilo

de que sozinhas não seriam capazes (VYGOTSKY, 1987). Segundo HARLEN, QUALTER (2018), o questionamento é, talvez, o principal meio de incentivar o pensamento das crianças e o uso de processos científicos.

4.2. Avaliação das aprendizagens individuais das crianças

No final da atividade, as crianças são estimuladas a relatarem oralmente as suas aprendizagens:

“As minhocas são castanhas e cor-de-rosa”; “Comem animais mortos”; “Também comem folhas mortas, que caem das árvores”; “Eram pequenas e compridas”; “Quando ela enrola fica mais pequena e quando estica fica maior”; “Os pássaros comem as minhocas”; “Estavam molhadas e pegámos com as luvas”; “Não têm olhos, nem pernas, nem nariz, nem ouvidos!”; “Também não têm dentes”; “Têm uma cauda redondinha e curtinha”; “A coisinha laranja (clitelo) está mais perto da boca”; “Tinham anéis pequenos no corpo”; “Sem a lupa conseguimos ver um anel grande”; “As minhocas vivem na terra”; “Elas gostam da terra molhada e do escuro”; “Não podemos magoar nem matar as minhocas, nem os outros animais”.

Na tabela seguinte, apresentam-se as frequências de respostas corretas obtidas nos itens de verdadeiros (V) ou falsos (F), dois meses após a exploração da atividade.

Tabela 2. Frequências de respostas corretas obtidas nos itens de verdadeiros ou falsos (N=19).

Itens	Respostas corretas	
	F	%
As minhocas têm olhos.	17	89,5
Elas têm um anel mais claro próximo da boca.	15	78,9
Comem restos de animais e plantas mortas.	16	84,2
As minhocas vivem na terra seca.	15	78,9
As minhocas gostam de viver no escuro.	18	94,7

As aprendizagens contidas no relato oral e as obtidas nos itens de avaliação individual permitem afirmar que as crianças realizaram boas aprendizagens sobre as minhocas, designadamente sobre algumas

das suas características morfológicas externas, os seus hábitos alimentares e o seu comportamento em reação à luz e à humidade. Algumas permanecem ao fim de 2 meses, o que sugere que essas aprendizagens foram significativas, ao contrário de uma aprendizagem memorizada que rapidamente se esquece (COLL, MARTÍN, 2001).

5. Considerações finais

Este estudo analisou o processo de exploração de uma atividade investigativa de ciências em contexto de educação pré-escolar. A atividade partiu do conhecimento prévio das crianças sobre as minhocas, com vista a desenvolverem um melhor conhecimento das suas características morfológicas e a compreenderem a influência da luz e da humidade no seu comportamento.

A análise oferece evidências de que, nestas idades, o conhecimento prévio das crianças sobre os animais é essencialmente influenciado por características de natureza percepção (SHEPARDSON, 2002; ALLEN, 2015). Desta forma, no conhecimento que têm acerca das minhocas predominam características, como o tamanho, a forma e a cor. Em geral, para as crianças, as minhocas são animais de pequeno porte, com o corpo delgado, comprido, redondo e de tonalidade cor-de-rosa ou “acastanhada”.

Este conhecimento é particularmente importante, pois permite aos educadores planearem atividades e estratégias apropriadas para o desenvolverem e enriquecerem com outros atributos não facilmente perceptíveis. Neste sentido, a observação intencional da minhoca, guiada pelo questionamento do educador (MONTEIRA, ALEIXANDRE, 2016), revelou-se uma estratégia particularmente eficaz na obtenção de novas evidências, que contribuíram para uma aprendizagem mais abrangente e pormenorizada acerca da morfologia externa do animal.

Os resultados sugerem também que as crianças em idade pré-escolar, quando devidamente estimuladas e envolvidas em atividades interessantes e

desafiadoras, são capazes de assumir uma “atitude científica e investigativa” na procura do saber. Dessa forma, desenvolvem, simultaneamente, não só um melhor conhecimento e compreensão, mas também competências de investigação, propondo e executando um conjunto de processos científicos simples (FRENCH, WOODING, 2013; GERDE et al., 2013), para darem resposta aos problemas com os quais são confrontadas. Algumas aprendizagens das crianças permaneceram ao fim de 2 meses. Tal facto sugere também que as atividades que instigam a exploração e a investigação promovem aprendizagens que tendem a perdurar no tempo. Por último, este estudo pode constituir uma ferramenta de “mediação didática” (OLIVEIRA et al., 2016), não restritiva, de apoio aos processos de formação de educadores de infância e à sua própria ação educativa, para, em contextos similares, promoverem, com as devidas adaptações às características específicas desses contextos, idêntica exploração didática. Segundo OLIVEIRA et al. (2016 p. 95), a leitura de artigos e outras publicações é fundamental para que o professor possa buscar novos exemplos, compilações epistémicas e desafios, que possam contribuir para o desenvolvimento de um conjunto de saberes orientado para a abordagem de conteúdos específicos de Ciências da Natureza. A este propósito, diríamos que a teoria e a prática necessitam de um corpo de conhecimentos específicos que, de forma integral e com tendência holística, seja capaz não só de explicar a complexidade dos processos educativos, mas também de buscar a frutuabilidade prática e, consequentemente, de influenciar os processos de formação, com vista à transformação consciente das práticas pedagógicas de ciências nos primeiros níveis educativos.

6. Referencias

- ALLEN, M. Preschool children's taxonomic knowledge of animal species. *Journal of Research in Science Teaching*, New Jersey, v. 52, n.1, pp. 107-134, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21191>

- CALDEIRA, A.M.A.; SIEBERT, P.R.; CORRÊA, A.L.; MEGLIORATTI, F.A.; BRANDO, F.R., MARICATO, F.E.; JUSTINA, L.A.D.; ANDRADE, M.B.S.; OLIVEIRA, T.B.; AUGUSTO, T.G.S. Proposta de instrumento diagnóstico para fornecer indicativos acerca da compreensão dos conhecimentos biológicos e suas inter-relações. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 11, n. 1, pp. 128-146. 2016. DOI: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a9
- CHIN, C. Classroom Interaction in Science: Teacher questioning and feedback to students' responses. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 28, n. 11, pp. 1315-1346, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690600621100>
- COLL, C.; MARTÍN, E. A avaliação da aprendizagem no currículo escolar: uma perspectiva construtivista. In: COLL, C. et al. (Eds.). **O construtivismo na sala de aula. Novas perspectivas para a ação pedagógica**. Edições ASA. Porto: Portugal, 2001, pp.196-221.
- COLLINS, S. **Neuroscience for learning and development: how to apply neuroscience and psychology for improved learning and training**. Kogan Page. London: England, 2015.
- DOMÉNECH, J.; PRO BUENO, A.; SOLBES, J. ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didáctica**, Barcelona, v. 34, n. 3, pp. 25-50. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- EARLY, D.; IRUKA, I.; RITCHIE, S.; BARBARIN, O.; WINN, D.; CRAWFORD, G., et al. How do pre-kindergarteners spend their time? Gender, ethnicity, and income as predictors of experiences in pre-kindergarten classrooms. **Early Childhood Research Quarterly**, Amsterdam, v. 25, n. 2, pp. 177-193. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2009.10.003>
- ENGIN, M. Research Diary: A Tool for Scaffolding. **International Journal of Qualitative Methods**, Edmonton, v. 10, n. 3, pp. 296-306. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/160940691101000308>
- ERICKSON, F. Qualitative methods in research on teaching. In: Wittrock, M. C. (Ed.) **Handbook of Research on Teaching**. New York: MacMillan, 1986, pp.119-160.
- ESHACH, H.; FRIED, M. Should science be taught in early childhood? **Journal of Science Education and Technology**, Dordrecht, v. 14, n. 3, p. 315-336, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9>
- FIOLOHAIS, C. De pequenino é que se torce o destino: ciência no jardim-de-infância. **Cadernos de educação de infância**, Lisboa, v. 95, pp. 49-54. 2012.
- FRENCH, L. Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. **Early Childhood Research Quarterly**, Amsterdam, v. 19, n. 1, pp. 138-149. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004>
- FRENCH, L.; WOODING, S. Science education in the early years. In: SARACHO, O.; SPODEK, B. (Eds.), **Handbook of research on the education of young children**. Routledge. New York: USA, 2013, pp. 179-196.
- FURMAN, M. **Educar mentes curiosas**. Fundación Santillana. Buenos Aires: República Argentina, 2016. Disponível em: <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4776>
- GELMAN, R.; BRENNEMAN, K. Moving young "scientist-in-waiting" onto science learning pathways: Focus on observation. In: Shrager, J., Carver, S. (Eds.). **The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences** (p. 155–169). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13617-008>
- GELMAN, S.; MEYER, M. Child categorization. **WIREs Cognitive Science**, New Jersey, v. 2, n. 1, pp. 95-105. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/wcs.96>
- GERDE, H.; PIERCE, S.; LEE, K.; VAN EGEREN, L. Early Childhood Educators' Self-Efficacy in Science, Math, and Literacy Instruction and Science Practice in the Classroom. **Early Education and Development**, London, v. 29, n. 1, pp. 70-90. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/10409289.2017.1360127>
- GERDE, H.; SCHACHTER, R.; WASIK, B. Using the Scientific Method to Guide Learning: An Integrated Approach to Early Childhood Curriculum. **Early Childhood Education Journal**, Dordrecht, v. 41, n. 5, pp. 315-323. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10643-013-0579-4>

- GÓMEZ, A. I. P. (2005). Los procesos de enseñanza-aprendizaje: análisis didáctico de las principales teorías del aprendizajeEnseñanza para la comprensión. In: Sacristán, G.; Gómez, P. (Eds.). **Comprender y transformar la enseñanza**. Ediciones Morata,S. L. Madrid: España, 2005, pp. 34-62.
- GRAUE, M. E.; WALSH, D. J. **Investigação Etnográfica com Crianças: Teorias, métodos e ética**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa: Portugal, 2003.
- GUBA, E.; LINCOLN, Y. Competing Paradigms in Qualitative Research. In N. Denzin, N.; Lincoln, Y. (Eds.), **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2000, pp. 105-117.
- HAMLIN, M.; WISNESKI, D. Supporting the scientific thinking and inquiry of toddlers and preschoolers through play. **Young Children**, Washington, D.C., v. 67, n. 3, pp. 82-88. 2012.
- HARLEN, W. Helping children's development of inquiry skills. **Inquiry in primary science education**, Valeta-Malta, v. 1, pp. 5-19. 2014.
- HARLEN, W.; QUALTER, A. **The teaching of science in primary schools** (7th Edition).Routledge. Abingdon: England, 2018.
- KURU, N.; AKMAN, B. Examining the Science Process Skills of Preschoolers with Regards to Teachers' and Children' Variables. **Education and Science**, Anca-ra, n. 42, pp. 269-279. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15390/EB.2017.6433>
- MACNAUGHTON, G.; HUGHES, P. **Doing action research in early childhood studies**: a by step guide. Open University Press. Maidenhead: England, 2011.
- MARTINS, I.; VEIGA, M; TEIXEIRA, F.; TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R.; RODRIGUES, A.; COUCEIRO, F.; PEREIRA, S. **Despertar para a ciência – actividades dos 3 aos 6**. Ministério da Educação. Lisboa: Portugal, 2009.
- MERCER, N., DAWES, L., STAARMAN, J. K. Dialogic teaching in the primary science classroom, **Language and Education**, London, v. 23, n. 4, pp. 353-369. 2009. DOI: [10.1080/09500780902954273](https://doi.org/10.1080/09500780902954273)
- MERRIAM, S. **Qualitative research: A guide to design and implementation**. Jossey-Bass. San Francisco, CA: USA, 2009.
- METZ, K. On the complex relation between cognitive developmental research and children's science curricula. **Review of Educational Research**, Thousand Oaks, CA, v. 67, n. 1, pp. 151-163. 1997.
- MONTEIRA, S. F.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. The practice of using evidence in kindergarten: The role of purposeful observation. **Journal of Research in Science Teaching**, New Jersey, v. 53, n. 8, pp. 1232-1258. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- NAYFELD, I.; BRENNEMAN, K.; GELMAN, R. Science in the Classroom: Finding a Balance Between Autonomous Exploration and Teacher-Led Instruction in Preschool Settings. **Early Education and Development**, London, v. 22, n. 6, pp. 970-988. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/10409289.2010.507496>
- NEWMAN, J. M. Action research: A brief overview. **Forum: Qualitative Social Research**, Berlin, v. 1, n. 1, Art. 17. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-1.1.1127>
- OLIVEIRA, T., ROCHA, F., ANDRADE, A. Evolução biológica: eco-evo-devo na formação inicial de professores e pesquisadores. **Revista Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 12, n. 2, pp. 81-98. 2017. DOI: [10.14483/23464712.10847](https://doi.org/10.14483/23464712.10847).
- PATRICK, H.; MANTZICOPoulos, P. Young Children's Motivation for Learning Science. In: TRUNDLE, K.; SAÇKES, M. (Eds.), **Research in Early Childhood Science Education**. Springer. New York: USA, 2015. pp. 35-66.
- PATRICK, H.; MANTZICOPoulos, P.; SAMARAPUN-GAVAN, A. Integrating science inquiry with reading and writing in Kindergarten. In: SHILLADY, A. (Ed.) **Exploring Science**. National Association for the Education of Young Children. Washington, DC: USA, 2013. pp. 48-54.
- PETERSON, S.; FRENCH, L. Supporting young children's explanations through inquiry science in preschool. **Early Childhood Research Quarterly**, Amsterdam, v. 23, n. 3, pp. 395-408. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2008.01.003>
- POZO, J.; CRESPO, M. **Aprender y Enseñar Ciencia** (7^a Ed.). Ediciones Morata, S. L. Madrid: España, 2013.
- PRISCINET. **Primary Science Network**. This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme, 2014. Disponível em: <http://prisci.net/>

- RATNER, C. Subjectivity and Objectivity in Qualitative Methodology. **Forum: Qualitative Social Research**, Berlin, v. 3, n. 3. 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-3.3.829>
- RAVANIS, K. Représentations, Modèles Précurseurs, Objectifs-Obstacles et Médiation-Tutelle: concepts-clés pour la construction des connaissances du monde physique à l'âge de 5-7 ans. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Buenos Aires, v. 5, n. 2, pp. 1-11. 2010.
- SAÇKES, M. How often do early childhood teachers teach science concepts? Determinants of the frequency of science teaching in kindergarten. **European Early Childhood Education Research Journal**, London, v. 22, n. 2, pp. 169-184. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1080/1350293X.2012.704305>
- SAGEIDET, B. Norwegian early childhood teachers' stated use of subjectrelated activities with children, and their focus on science, technology, environmental issues and sustainability. **Nordic Studies in Science Education**, Oslo, v. 12, n. 2, pp. 121-139. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.955>
- SHEPARDSON, D. P. Bugs, butterflies, and spiders: Children's understandings about insects. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 24, n. 6, pp. 627-643. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500690110074765>
- SILVA, I.; MARQUES, L.; MATA, L.; ROSA, M. **Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar**. Direção-Geral da Educação. Lisboa: Portugal, 2016. Disponível em: <http://www.dge.mec.pt/orientacoes-curriculares-para-educacao-pre-escolar>
- SMITH, K. **Working scientifically**: a guide for primary science teachers. Routledge. Abingdon: England, 2016.
- SUZUKI, W.H.P.S.; ZOMPERO, A.F. O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação. **Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 11, n. 1, pp. 100-116. 2016. DOI: 10.14483/udis-trital.jour.gdla.2016.v11n1.a7
- TRUNDLE, K. The Inclusion of Science in Early Childhood Classrooms. In: K. TRUNDLE, K.; SAÇKES, M. (Eds.), **Research in Early Childhood Science Education**. Springer. New York: USA, 2015, pp. 1-6. DOI: 10.1007/978-94-017-9505-0
- TRUNDLE, K.; SAÇKES, M. Science and Early Education. In: PIANTA, R. (Ed.), **Handbook of Early Childhood Education**. The Guilford Press. New York: USA, 2012. pp. 240-258.
- VARELA, P; MOREIRA, A.; MARTINS, V. Teaching science in primary school through an interdisciplinary approach: a classroom case study. **Conexão Ciência**, Formiga/MG, v. 12, n. esp. 2, pp.341-347 2017 Disponível em: <https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/view/854>
- VARELA, P. **Ciências Experimentais para Crianças. Uma Proposta Didática de Construção Reflexiva de Significados e Promoção de Competências**. Saarbrücken: NEA - Novas Edições Acadêmicas, 2014.
- VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes Editora, 1987.
- ZABALZA, M. A. **Diarios de clase**: un instrumento de investigación. Narcea. Madrid: España, 2004.





A FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM ASTRONOMIA: UMA ANÁLISE DO BANCO DE TESES E DISSERTAÇÕES SOBRE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA*

TEACHER EDUCATION IN ASTRONOMY: AN ANALYSIS OF THE BANK OF THESES AND DISSERTATIONS ON EDUCATION IN ASTRONOMY

LA FORMACIÓN DE PROFESORES EN ASTRONOMÍA: UN ANÁLISIS DEL BANCO DE ESTAS Y DISERTACIONES SOBRE LA EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA

Alexandre Shigunov Neto** , Rodolfo Langhi*** 

Cómo citar este artículo: Shigunov, A. y Langhi, R. (2021). A formação de professores em astronomia: uma análise do banco de teses e dissertações sobre educação em Astronomia. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 510-521. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16664>

Resumo

Esta pesquisa pretende apresentar o mapeamento das teses e dissertações relacionados à temática da Formação de Professores em Educação em Astronomia disponibilizados no Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia. No levantamento de dados, realizado no site, foram identificadas 253 pesquisas que tratam especificamente da temática formação de professores em astronomia. As pesquisas foram divididas em seis categorias: Trabalho Docente, Políticas Públicas e Currículo, Formação Continuada de Professores, Formação Inicial de Professores, Concepções de Docência e Estado da Arte. Evidencia-se que a categoria mais investigada nas Teses e Dissertações defendidas até 2018 foi Trabalho Docente com 66% do total de pesquisas.

Palavras Chave: Educação em Astronomia. Formação de professores. Ensino de Física. Estado da arte.

Abstract

This research intends to present the mapping of theses and dissertations related to the theme of Teacher Education in Astronomy made available at the Bank of Theses and Dissertations on Education in Astronomy. In the data survey carried out on the website, we identified 253 theses or dissertations that deal specifically with the theme of teacher education in astronomy. Six categories compound this research: Teaching Work, Public Policies and Curriculum, In-service Teacher

Received: 15 de julio de 2020; approved: 18 de mayo de 2021

* No Brasil a dissertação é o trabalho acadêmico que se destina à obtenção do grau de mestre em determinada área de conhecimento. Já a tese representa o trabalho final da pesquisa realizada no doutorado

** Mestre. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo campus Itapetininga. Brasil. Email: shigunov@ifsp.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0633-5237>

*** Doutor. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Unesp Bauru. Brasil. Email: rodolfo.langhi@unesp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3291-5382>

Education, Pre-service Teacher Education, Teaching Conceptions, and the State of Art. It is evident that the most investigated category in these Theses and Dissertations developed until 2018 was Teaching Work with 66% of the total research.

Keywords: Astronomy education. Teacher education. Physics teaching. State of the art.

Resumen

Esta investigación presenta un rastreo de tesis y disertaciones relacionadas con el tema de la Formación Docente en Astronomía, disponible en el Banco de Tesis sobre Educación en Astronomía. En la toma de datos realizada en el sitio web, se identificaron 253 tesis o disertaciones que tratan específicamente el tema de la formación del profesorado en Astronomía. La investigación se dividió en seis categorías: Trabajo docente, Políticas públicas y plan de estudios, Formación continua del profesorado, Formación inicial del profesorado, Concepciones docentes y Estado del arte. Es evidente que la categoría más investigada en las Tesis y Disertaciones defendidas hasta 2018 fue el Trabajo Docente con el 66% de la investigación total.

Palabras clave: Educación en Astronomía. Formación del profesorado. Enseñanza de la física. Estado del arte.

1. Introdução

A educação em astronomia, enquanto objeto de estudo de pesquisadores brasileiros, começou a se desenvolver de forma sistemática e contínua a partir de 1999 com a publicação de dissertações, teses e artigos em periódicos. (IACHEL, 2009 e BRETONES; MEGID NETO, 2003). Porém, a primeira pesquisa de pós-graduação publicada referente à pesquisa em educação em astronomia se deu em 1973 com a tese de Caniato (1973).

De fato, desde 1999 a educação em astronomia tornou-se foco de diversos estudos de pesquisadores brasileiros, dentre os quais citamos Bretones e Compani (2001), Bretones e Videira (2003), Bretones e Megid Neto (2003 e 2005), Langhi (2004), Megid Neto (2007), Iachel e Nardi (2010), Langhi e Nardi (2009, 2012 e 2014) e Betrones (2011), Langhi (2018) e Shigunov Neto (2021).

Nesse direcionamento pretende-se verificar elementos que possam indicar: a) quais são os centros de pesquisa em educação em astronomia; b) quem

são os orientadores de pós-graduação que atuam em educação em astronomia; c) o que se estuda em relação a temática da educação de astronomia (em outras palavras: Onde? Quem? O que?).

Há vários anos têm sido realizadas pesquisas do tipo estado da arte, tanto internacional quanto nacionalmente em diversas áreas de conhecimento, como ensino de ciências, formação de professores, ensino de Física, educação ambiental etc. Porém, em relação à Educação em Astronomia ainda há necessidade de estudos como este.

Portanto, este trabalho tem por objetivo principal mapear as teses e dissertações relacionadas à temática da Formação de Professores em Educação em Astronomia disponibilizados no Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BT-DEA, 2020).

2. As pesquisas do tipo estado da arte

Esta pesquisa pode se caracterizar como estudo do tipo “estado da arte”. Tais estudos possuem caráter bibliográfico e visam mapear e discutir a produção

acadêmica em diferentes campos do conhecimento em determinado período de tempo (Ferreira, 2002; Salem, 2009 e 2012; Severino, 1986; Megid Neto, 1999; Cachapuz, 2003; Romanowski e Ens, 2006; Megid Neto, Carvalho, 2018; SHIGUNOV NETO, 2021).

Megid Neto e Carvalho (2018) analisaram os estudos denominados “estados da arte” ou “estado do conhecimento”, os quais, segundo estes autores, podem:

ainda, ser entendidas como “metapesquisas” (pesquisa sobre pesquisas), uma vez que realizam novas compreensões ou interpretações de um determinado conjunto de trabalhos, e remetem à necessidade de investigações complementares. Não se restringem, apenas, à descrição do conjunto de pesquisas, vão além das pesquisas analisadas, buscando suas tendências, seus aspectos em comum, suas diferenças ou variabilidades. Dessa forma, conforme André, Simões, Carvalho e Brzezinski (1999) e André (2009), citados por Carvalho (2016), as pesquisas de estado da arte configuram-se, também, em trabalhos de “síntese integrativa” da produção científica em determinado campo de conhecimento, ou sobre determinada temática. Tal produção é desenvolvida em variadas instituições ou centros de pesquisa, em diversos períodos de tempo, sob diferentes referenciais teóricos e metodológicos, disponibilizadas por meio de inúmeros veículos ou recursos, enfim, uma produção de grande relevância que, muitas vezes, se encontra dispersa, pouco conhecida ou divulgada de modo insipiente ou inadequado. Os estudos de síntese integrativa podem, assim, reunir tal produção e promover sua descrição, interpretação, avaliação, trazendo novas luzes ao campo ou temática escolhidos, novas compreensões das pesquisas ali geradas, favorecendo uma divulgação mais adequada e um melhor conhecimento dos avanços (e eventuais limitações e lacunas) dessa produção. (Megid Neto e Carvalho, 2018, p.104-105)

Sendo assim, a presente pesquisa utilizará os estudos denominados de “Estado da Arte” ou “Estado do Conhecimento”, por se tratar de um instrumento que busca a compreensão do conhecimento sobre determinado tema, em um período de tempo específico,

e, consequentemente, sua sistematização e análise. Visando alcançar o objetivo proposto, elaboramos alguns questionamentos para nortear a metodologia do trabalho:

- Qual a quantidade de dissertações e teses defendidas entre 1973 e 2018?
- Quais as IES que possuem mais publicações sobre a temática Formação de Professores em Educação em Astronomia?
- Quem são os pesquisadores que mais orientam estudos sobre Formação de Professores em Educação em Astronomia no âmbito dos programas de pós-graduação?
- Quais os objetos de estudo ou temáticas pesquisadas no escopo dos trabalhos sobre Formação de Professores em Educação em Astronomia das teses e dissertações?

Para organizar os artigos de acordo com suas temáticas, adaptamos as categorias criadas por Brzezinski (2009) em um estudo do tipo estado da arte sobre formação de professores. As categorias criadas por Brzezinski (2009) foram utilizadas também por Gução, Jesus, Takahashi, Carnio e Nardi (2011), Carvalho e Shigunov Neto (2018) e Shigunov Neto (2021), as quais são:

- **Concepções de Docência e de Formação de Professores** – pesquisas que tratam de temáticas relacionadas com as abordagens teóricas oriundas da formação de professores e as características pedagógicas das concepções.
- **Políticas Públicas e Currículo** – trabalhos que englobam pesquisas sobre as políticas de formação docente, as políticas educacionais, as reformas educacionais e curriculares nos cursos de formação de professores e os currículos dos cursos de Ciências.
- **Formação Inicial** – investigações que tratam de questões referentes aos cursos de formação inicial de professores, com destaque para os estudos relativos aos cursos de licenciatura, pedagogia, estágios supervisionados.
- **Formação Continuada** – pesquisas dedicadas a estudar temáticas sobre o desenvolvimento profissional, pesquisa colaborativa, comunidades de

- prática, formação à distância, serviço de tutoria.
- Trabalho Docente – estudos que investigam aspectos associados à prática docente, saberes docentes, processo de ensino-aprendizagem, atuação docente em sala de aula.
 - Revisão da Literatura – pesquisas que analisam trabalhos publicados em periódicos e/ou anais de eventos sobre a formação de professores, englobando também estudos do tipo “estado da arte”.

3. Instrumentos metodológicos

O Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BTDEA) é um projeto de iniciativa do professor Paulo S. Bretones da UFSCar, disponibilizado a partir de 2010, apresentando teses e dissertações defendidas no Brasil sobre educação em astronomia no período compreendido entre 1973 e 2018. O BTDEA teve sua origem numa publicação por Bretones e Megid Neto (2005).

Importa destacar que, o recorte histórico de análise dessa pesquisa compreende o período de 1973 e 2018, pois o BTDEA apresenta dados atualizados até o ano de 2018.

Como nossa pesquisa versa sobre a temática da formação de professores em educação em astronomia, incluímos os termos “docente” e “professores” na busca realizada no BTDEA. As buscas foram realizadas por meio do sistema de busca do próprio site da BTDEA seguindo as seguintes etapas: 1) Pesquisa pelas palavras/expressões “docente” e “professores”; 2) Leitura dos resumos dos trabalhos; 3) Contagem

e seleção dos trabalhos que mencionam Formação de Professores; 5) Análise qualitativa dos trabalhos selecionados por meio da leitura dos mesmos. Do total de 448 documentos presentes no BTDEA, entre teses e dissertações que foram defendidas entre os anos de 1973 e 2018 nosso foco serão as 253 teses e dissertações que abordam a Formação de Professores em Educação em Astronomia.

4. Resultados e análise

Dentre os inúmeros Programas de Pós-Graduação do país, selecionamos para a análise as pesquisas produzidas em programas de pós-graduação acadêmicos e programas de pós-graduação profissionais autorizados pela CAPES.

Na área de Astronomia na CAPES atualmente há seis programas:

- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – M e D
- Observatório Nacional (ON) – M e D
- Universidade Cidade de São Paulo (UNICID) – M e D
- Universidade de São Paulo (US) – M e D
- Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – D
- Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – M e D

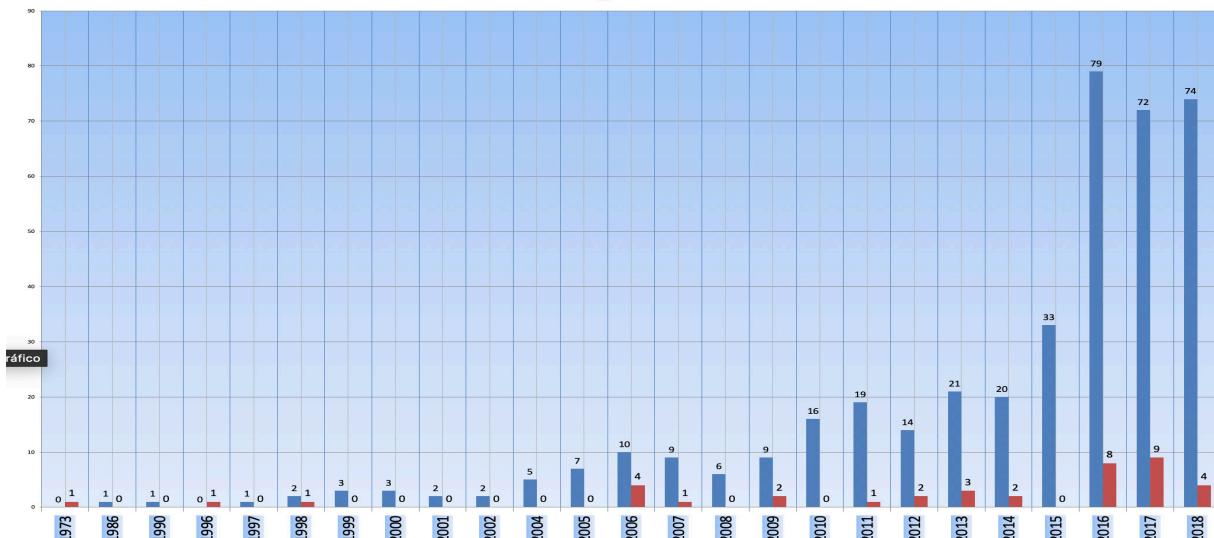
A área de Física na CAPES conta atualmente com três programas:

- Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS, coordenado pela Sociedade Brasileira de Física.
- Programa de Pós-Graduação em Física e Astronomia da Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP.

Tabela 1. As produções na área de educação em astronomia entre as décadas de 1970 e 1990

Ano	IIES	Nível	Autor	Título
1973	UNESP	D	Rodolpho Caniato	Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física
1986	UNICAMP	M	Marcos César Danhoni Neves	Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu
1990	USP	M	Silvana Sousa do Nascimento	Um curso de gravitação para professores de primeiro grau
1996	UNICAMP	D	Mauricio Compiani	As Geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema “A formação do Universo”
1997	UNESP	M	Ana Isabel Cardoso da Silva	Um estudo sobre a aplicabilidade do currículo básico de ciências para a escola pública do Paraná
1998	USP	D	Sérgio Mascarello Bisch	Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores
1998	UNESP	M	Nelson José Peruzzi	Modelos geocêntricos de Platão à Ptolomeu: uma contribuição para o estudo da geometria
1998	UFMT	M	Tânia Maria Lima Beraldo	O ensino de conceitos relacionados com a Terra no espaço, nas séries iniciais do ensino fundamental: elementos para reflexão em torno da formação docente

Fonte: BTDEA (2020).

**Gráfico 1.** Quantidade de trabalhos publicados até 2018 **Fonte:** BTDEA (2020).

- Programa de Pós-Graduação em Física e Astronomia da Universidade Federal Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Na área de Ensino são 230 cursos de pós-graduação, muitos de Ensino de Ciências e Matemática, e um curso específico de Mestrado Profissional em Ensino na área de Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

O BTDEA tem cadastrado atualmente 448 pesquisas, sendo 409 dissertações e 39 teses defendidas em programas de pós-graduação no período de 1973 e 2018.

A primeira pesquisa na área de Educação em Astronomia data de 1973, a tese de doutorado do pesquisador Rodolpho Caniato defendida na Universidade Estadual Paulista de Rio Claro com o título “Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física”, orientada por José Goldemberg. Essa é a primeira pesquisa na área de Educação em Astronomia no Brasil (BRETONES, MEGID NETO, 2005; BRETONES, 2011; LANGHI, 2018).

Somente treze anos após a primeira pesquisa ter sido publicada na área é que o pesquisador Marcos César Danhoni Neves defende sua dissertação de mestrado na UNICAMP sob a orientação do professor Carlos A. Arguello.

A tabela 1 apresenta as defesas nas três primeiras décadas da pesquisa em educação em astronomia no

Brasil - 1970, 1980 e 1990. As oito primeiras pesquisas da área de Educação em Astronomia no Brasil, ocorreram num período de 25 anos e foram cinco dissertações de mestrado e três teses de doutorado. As três teses de doutorado foram defendidas na Universidade Estadual Paulista, Universidade Estadual de Campinas e Universidade de São Paulo. Já as cinco dissertações também foram defendidas nas três Universidades Estaduais do Estado de São Paulo, com uma exceção, que ocorreu na Universidade Federal de Mato Grosso.

Fato de destaque é que dos oito pesquisadores que defenderam suas teses e dissertações nos primeiros vinte e cinco anos, apenas o professor Sérgio Marcarello Bisch atua com Educação em Astronomia, conforme consta do CV Lattes.

O gráfico 1 exibe a produção da área de Educação em Astronomia no Brasil no período compreendido entre 1973 e 2018, de dissertações e teses.

Pelo gráfico 1 é possível perceber que até o ano de 2009, com ressalva do ano de 2006 que teve dez dissertações, as defesas de mestrado e doutorado não ultrapassavam um dígito. De 2010 a 2015 os mestrados defendidos oscilam entre 16 e 20, e a partir de 2015 há um salto significativo de defesas. Os três anos com mais teses defendidas foram: 2006 e 2018 com quatro, 2016 com oito trabalhos e 2017 com nove teses. No que se refere às dissertações

os anos com mais produções foram: 2016 com 79 defesas, 2017 com 72 dissertações defendidas e 2018 com 74 defesas.

O gráfico 1 revela que o crescimento nas defesas de mestrado entre 2015 e 2014 foi de 65%, no ano seguinte 2016 a expansão foi extraordinária, ultrapassando 139,39%. Em 2017 houve um decréscimo de 9,72% e em 2018 um aumento de 2,77%.

Por fim, cabe registrar que o ano de 2016 foi o ano com maior número de defesas ocorridas nos programas de pós-graduação no Brasil, com 79 mestradinhos e oito doutorados.

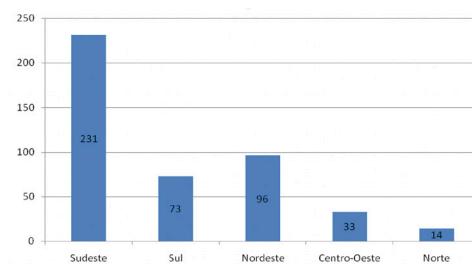


Gráfico 2. Quantidade de pesquisas por região. **Fonte:** BTDEA (2020).

Pelo gráfico 2 constata-se que a região Sudeste responde por 51,56% do total da produção nacional no período sobre Educação em Astronomia. Contudo,

Tabela 2. Pesquisadores com mestrado e doutorado em Educação em Astronomia.

Autor	Orientador	IES	Nível	Ano
Carlos Aparecido Kantor	Luis Carlos de Menezes	USP	D	2012
	Luis Carlos de Menezes	USP	M	2001
Cristina Leite	Yassuko Hosoume	USP	D	2006
	Yassuko Hosoume	USP	M	2002
Denis Eduardo Peixoto	Mauricio Urban Kleinke	UNICAMP	D	2018
	Mauricio Urban Kleinke	UNICAMP	M	2013
Edson Pereira Gonzaga	Marcos Rincon Voelzke	UNICSUL	D	2016
	Marcos Rincon Voelzke	UNICSUL	M	2009
Evonir Albrecht	Marcos Rincon Voelzke	UNICSUL	D	2012
	Marcos Rincon Voelzke	UNICSUL	M	2008
Gustavo Iachel	Roberto Nardi	UNESP	D	2013
	Roberto Nardi e Rosa Maria Fernandes Scalvi	UNESP	M	2009
Joana Brás Varanda Marques	Denise de Freitas	UFSCar	D	2017
	Denise de Freitas	UFSCar	M	2014
Leonardo Marques Soares	Silvana Sousa do Nascimento		D	2017
	Silvana Sousa do Nascimento	UFMG	M	2010
Michel Paschini Neto	Maria Guiomar Carneiro Tommasiello	UNIMEP	D	2016
	Maria Guiomar Carneiro Tommasiello	UNIMEP	M	2011
Paulo Henrique Azevedo Sobreira	Maria Elena Ramos Simielli	USP	D	2006
	Maria Elena Ramos Simielli	USP	M	2002
Paulo Sergio Bretones	Maurício Compani	UNICAMP	D	2006
	Maurício Compani	UNICAMP	M	1999
Roberta Chiesa Bartelmebs	João Batista Siqueira Harres	PUCRS	D	2016
	Roque Moraes	FURG	M	2012
Rodolfo Langhi	Roberto Nardi	UNESP	D	2009
	Roberto Nardi	UNESP	M	2004
Vitérico Jabur Maluf	Vera Teresa Valdemarin	UNESP	D	2006
	José Adolfo Rodriguez	UFMT	M	2000

Fonte: BTDEA (2020).

fato de destaque é a região nordeste ter uma quantidade maior de defesas do que a região Sul. Uma suposição é que essa surpreendente segunda colocação da região nordeste ocorra por existirem alguns centros de pesquisa que atuam em Educação em Astronomia, tais como o Mestrado Profissional em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

A tabela 2 mostra os pesquisadores que defenderam o mestrado e o doutorado na área de Educação em Astronomia no período compreendido entre 1973 e 2018.

Ao todo foram 14 pesquisadores que finalizaram o mestrado e doutorado com pesquisas sobre Educação em Astronomia no Brasil. Desses, apenas 2 pesquisadores concluíram suas pesquisas de mestrado e doutorado em IES diferentes e com orientadores diferentes.

Dos pesquisadores que concluíram os cursos de mestrado e doutorado com pesquisas na área de Educação em Astronomia todos continuam atuando na área, mas 3 não atuam em programas de pós-graduação de IES.

O gráfico 3 exibe um comparativo entre as pesquisas de Educação em Astronomia e as pesquisas sobre a Formação de Professores em Educação em Astronomia no período analisado.

Interessante notar que até o ano de 2010 a temática da formação de professores dominava as pesquisas, em alguns anos tendo todos os trabalhos versando sobre essa temática. Além disso, este assunto responde 56,70% do total de publicações defendidas no período analisado.

O gráfico 4 retrata os pesquisadores com mais orientações no período sobre Formação de Professores e Educação em Astronomia.

Os três pesquisadores com mais orientações defendidas sobre Formação de Professores e Educação em Astronomia pertencem ao quadro docente da Universidade Cruzeiro do Sul, Universidade Estadual Paulista de Bauru, Universidade Estadual de Feira de Santana. Algumas dissertações e teses possuem dois pesquisadores, sugerindo o papel do coorientador. O gráfico 5 retrata um panorama das IES com Programas de Pós-Graduação que mais publicações obtiveram no período pesquisado sobre a temática analisada, tanto no nível de mestrado, quanto em doutorado.

Das sete IES com mais orientações temos quatro da região Sudeste, duas da região Nordeste e uma da região Sul, fato que valida os dados representados pelo gráfico 2 em que a região Sudeste é o principal polo de formação de pesquisadores.

A Universidade de São Paulo (USP) surge como o principal centro de formação de pesquisadores na

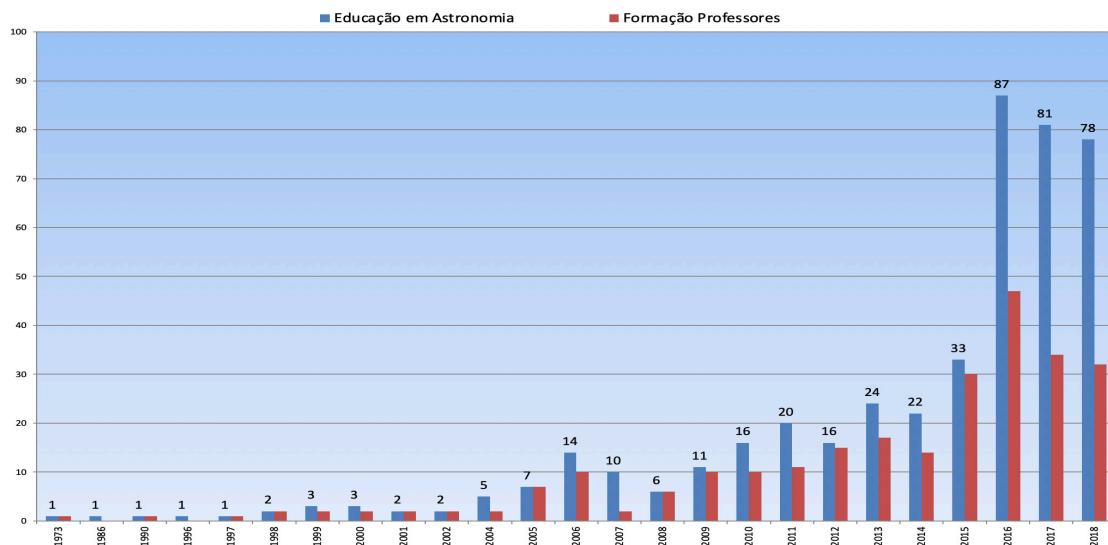


Gráfico 3. Comparativo entre pesquisas em Educação em Astronomia e Formação de Professores em Educação em Astronomia.

Fonte: BTDEA (2020).

[516]

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias

e-ISSN: 2346-4712 • Vol. 16, No. 3 (sep.-dic., 2021), pp. 510-521

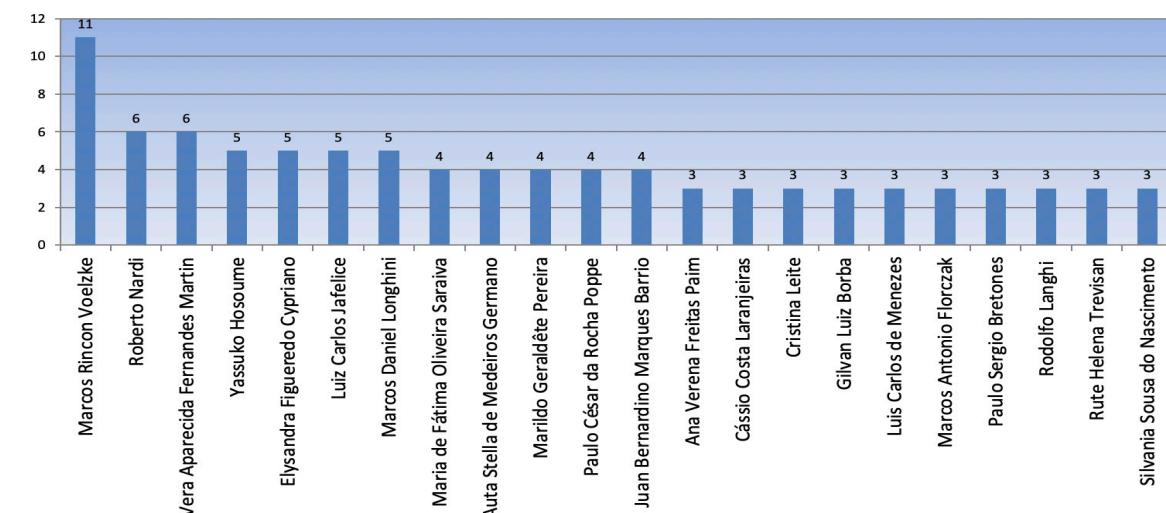


Gráfico 4. Pesquisadores com mais orientações. Fonte: BTDEA (2020).

área Formação de Professores e Educação em Astronomia, com 34 trabalhos defendidos no decorrer de 45 anos. Importa destacar que na USP temos ao menos três Programas de Pós-Graduação que podem produzir material sobre a temática: Educação, Interunidades em Ensino de Ciências e Astronomia e Astrofísica. Entre os orientadores com mais trabalhos estão quatro pesquisadores desta universidade. A UNESP de Bauru vem se destacando no cenário nacional com seu programa de 15 anos de existência. Apenas 13 anos após a primeira defesa, já se encontra entre os principais formadores de pesquisadores da área de Ensino de Ciências e também em Formação de Professores e Educação em Astronomia. Em grande parte, tal destaque pode ser atribuído a dois pesquisadores ali atuantes, que respondem por 47,37% do total de orientações.

A UEFS com seu Mestrado Profissional em Astronomia é a terceira com mais orientações e a mais nova das IES, cujo programa fora criado em 2013. Nesta universidade, são três pesquisadores que respondem por 87,50% do total de trabalhos defendidos.

Há mais dois Programas de IES que podem ser destacados. Um deles é o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) com 15 trabalhos orientados por três pesquisadores. O Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) foi a quinta IES com mais defesa de dissertações e teses sobre Formação de Professores e Educação em Astronomia, sendo apenas um pesquisador o responsável por quase 80% do total das orientações.

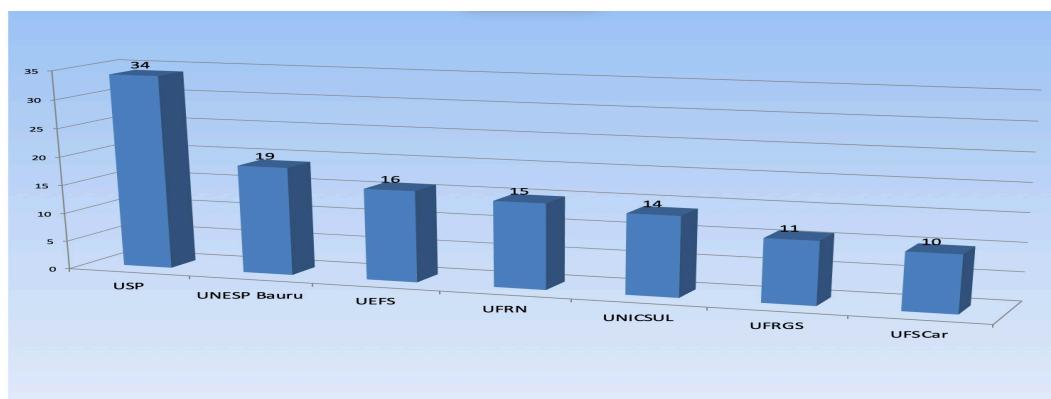


Gráfico 5. IES com mais pesquisas defendidas. Fonte: BTDEA (2020).

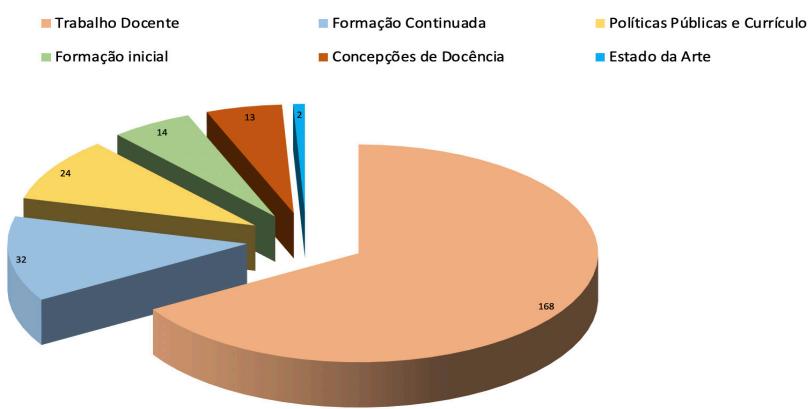


Gráfico 6. Temáticas mais presentes nas teses e dissertações defendidas no âmbito da Formação de Professores. Fonte: BTDEA (2020).

Outras IES também podem ser citadas por possuírem alguns trabalhos na área de Educação em Astronomia: Universidade Estadual de Londrina, Universidade Metodista de Piracicaba, Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Federal de Goiás, Universidade Estadual de Campinas, Universidade de Brasília, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade Estadual de Maringá, Universidade Federal do ABC e Universidade Federal de Minas Gerais. Também se encontram trabalhos defendidos em mestrados profissionais em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia.

O gráfico 6 demonstra a distribuição dos 253 trabalhos sobre Formação de Professores em Educação em Astronomia, em que 66% discutem o Trabalho Docente, relacionados a aspectos associados à prática docente, saberes docentes, processo de ensino-aprendizagem, atuação docente em sala de aula. A temática da Formação Continuada de Professores foi a segunda categoria com mais pesquisas, cujas temáticas tratam sobre o desenvolvimento profissional, pesquisa colaborativa, comunidades de prática, formação à distância, serviço de tutoria.

A temática Políticas Públicas e Currículo engloba pesquisas sobre as políticas de formação docente, as políticas educacionais, as reformas educacionais e curriculares nos cursos de formação de professores e os currículos dos cursos de Ciências.

Presente em 14 pesquisas defendidas, a categoria

Formação Inicial de Professores trata de questões referentes aos cursos de formação inicial de professores, com destaque para os estudos relativos aos cursos de licenciatura, pedagogia e estágios supervisionados.

A categoria Concepções de Docência, presente em 13 das pesquisas, trata de temáticas relacionadas com as abordagens teóricas oriundas da formação de professores e as características pedagógicas das concepções.

E por fim, com apenas duas citações, Estado da Arte ou Revisão da literatura, envolve estudos bibliográficos cujas fontes de pesquisa são periódicos e/ou anais de eventos sobre a formação de professores, englobando também estudos do tipo “estado da arte” ou “estado do conhecimento”.

Portanto, pela análise quantitativa realizada nas 253 teses e dissertações do Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BTDEA) que abordam a Formação de Professores em Educação em Astronomia foi possível constatar uma forte tendência de publicações sobre as seguintes temáticas, nesta ordem: Trabalho Docente, Políticas Públicas e Currículo e Formação de Continuada de Professores.

Conclusões

Acredita-se que ao finalizar a investigação sobre as pesquisas da área de Formação de Professores em Educação de Astronomia no Banco de Teses e

Dissertações sobre Educação em Astronomia (BTDEA) foi possível alcançar os objetivos previamente pretendidos e verificar indicadores que pudessem responder aos questionamentos iniciais: Quais são os centros de pesquisa em Formação de Professores em Educação em Astronomia? Quem são os pesquisadores que atuam mais fortemente na área? O que se estuda em relação a temática da Formação de Professores em Educação em Astronomia.

As seis categorias identificadas neste levantamento foram: Trabalho Docente, Políticas Públicas e Currículo, Formação Continuada de Professores, Formação Inicial de Professores, Concepções de Docência e Estado da Arte. Evidencia-se que a categoria mais investigada nas teses e dissertações defendidas até 2018 foi Trabalho Docente com 66% do total de pesquisas.

Pelos dados extraídos do BTDEA, as IES que mais produzem sobre Formação de Professores e Educação em Astronomia são: USP (Programas de Educação, Interunidades em Ensino de Ciências e Astronomia e Astrofísica), Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da UNESP de Bauru, Programa de Mestrado Profissional em Astronomia da UEFS, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL).

Os dados coletados demonstram que os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018 foram os que apresentaram maior quantidade de defesas, tanto na temática da Educação em Astronomia quanto em Formação de Professores em Educação em Astronomia. Outro resultado de destaque é que até o ano de 2009 a categoria Formação de Professores correspondia a praticamente todas as pesquisas da área, sendo que a partir de 2010 passou a ocupar cerca da metade das produções.

Pela análise quantitativa constata-se que há uma tendência de publicações sobre Formação de Professores em Educação em Astronomia sobre as seguintes

temáticas nesta ordem de interesse: Trabalho Docente, Formação Continuada de Professores e Políticas Públicas e Currículo.

Outras sugestões de pesquisas que podem ser desenvolvidas sobre categorias pouco exploradas, são: políticas e propostas de profissionais da educação em astronomia, identidade e profissionalização docente, revisão da literatura, métodos e técnicas de ensino. Trabalhos como estes potencializam outras questões importantes para o aprimoramento do debate sobre a Formação de Professores em Educação em Astronomia.

Esperamos que estas e outras reflexões possam ser ampliadas e que os estudos sobre a Formação de Professores em Educação em Astronomias e proliferem, em quantidade e qualidade.

6. Referências

- BRETONES, P. S. & MEGID NETO, J., Tendências de teses e dissertações sobre ensino de Astronomia no Brasil, In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE ASTRONÔMICA BRASILEIRA**, XXIX, 2003, Águas de São Pedro.
- BRETONES, P. S. Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia: implantação, dificuldades e possíveis contribuições. 2011. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**, 1., 2011, Rio de Janeiro. Disponível em: https://sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2011_TCO15.pdf. Acesso em 20 maio. 2020.
- BRETONES, Paulo Sergio; COMPIANI, Maurício. Disciplinas Introdutórias de Astronomia nos Cursos Superiores do Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**. v. 20, n. 3, p. 61-82, 2001.
- BRETONES, Paulo Sergio; MEGID NETO, Jorge. **Tendências de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil**. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**. v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.
- BRETONES, Paulo Sergio; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. A Astronomia no Ensino Superior

- Brasileiro entre 1808 e 1889. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**. v. 22, n. 3, p. 37-49, 2003.
- BRZEZINSKI, I. Formação de profissionais da educação no GT 8/Anped. : travessia histórica. **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 1, p. 1-5, 2009.
- CACHAPUZ, António F. Do sentido actual da pesquisa em formação de professores de ciências. In: **ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, IV, Bauru, 2003. Atas... 2003, CDROM.
- CANIATO, Rodolpho. Um projeto brasileiro para o ensino de Física. Rio Claro. Universidade Estadual Paulista. UNESP, 1973. 586p. Tese de Doutorado.
- CARVALHO, Raquel Aparecida e SHIGUNOV NETO, Alexandre. Uma visão da pesquisa sobre formação de professores no Brasil presente em periódicos da área de educação: análise da produção acadêmica entre os anos de 2000 e 2017. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**. Itapetininga. Vol. 5, n. 3, 2018.
- FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas "estado da arte". **Educ. Soc.**, Campinas, v. 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002.
- GUÇÃO, Maria Fernanda Bianco; JESUS, Andréa Cristina Souza de; TAKAHASSHI, Bruno Tadashi; CARNIO, Michel Pisa e NARDI, Roberto. Um panorama sobre a temática da formação de professores de física presente em periódicos da área de ensino de ciências na última década. **XIX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (SNEF)**, Manaus, 2011,
- IACHEL, G. Um estudo exploratório sobre o ensino de Astronomia na formação continuada de professores. 2009. 229 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.
- IACHEL, Gustavo e NARDI, Roberto. Algumas tendências das publicações relacionadas à astronomia em periódicos brasileiros de ensino de Física nas últimas décadas. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), Ago 2010, vol.12, no.2, p.225-238. ISSN 1983-2117.
- LANGHI, R. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004
- Langhi, R., & Nardi, R. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, . 14, n. 3, 041-059, 2014.
- LANGHI, Rodolfo e NARDI, Roberto. Ensino de astronomia no Brasil: educação formal, informação, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402, 2009.
- LANGHI, Rodolfo. Teses e Dissertações. Disponível em: <https://sites.google.com/site/proflanghi/resumos>. Acesso em 01 jun. 2020.
- LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia: repensando Formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012
- MEGID NETO, J. Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental. 1999. 365 p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- MEGID NETO, J. Três décadas da pesquisa em educação em Ciências: tendências em teses e dissertações (1972-2003). In: NARDI, R. (org). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. p. 341-356. São Paulo: Escrituras Editora, 2007
- MEGID NETO, Jorge. Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental. Campinas: Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1999. 365p. (Tese de doutorado).
- MEGID NETO, Jorge; CARVALHO, Luiz Marce-lo. Pesquisas de estado da arte: fundamentos, características e percursos metodológicos. In: ESCHENHAGEN, G. M. L.; VÉLEZ-CUARTAS, G. MALDONADO, C.; PINO, G.G (Edits).

Construcción de problemas de investigación: diálogos entre el interior y el exterior. Universidad Pontificia Bolivariana / Universidad de Antioquia: Medellin, 2018. p. 97-113.

ROMANOWSKI, JoanaPaulin e ENS, Romilda Teodora. AS PESQUISAS DENOMINADAS DO TIPO "ESTADO DA ARTE" EM EDUCAÇÃO. Revista Diálogo Educacional, [S.I.], v. 6, n. 19, p. p. 37-50, jul. 2006. ISSN 1981-416X. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dia-logopeducacional/article/view/24176>>. Acesso em: 20 maio. 2020.

SALEM, Sonia. Estado da arte dos estados da arte da pesquisa em ensino de Física. **VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO DE CIÊNCIAS**. Florianópolis, 2009.

SALEM, Sonia. **Perfil, evolução e perspectivas da**

pesquisa em ensino de física no Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SEVERINO, Antonio J. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Cortez & Moraes, 1986.

SHIGUNOV NETO, A. O que se pesquisa em educação em astronomia: uma análise do periódico Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia no período compreendido de 2004 a 2019. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, [S. I.], v. 2, p. e021002, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/336>. Acesso em: 05 maio. 2021.





SENTIDOS ATRIBUÍDOS PELOS ESTUDANTES NA SIGNIFICAÇÃO DO CONCEITO FUNÇÃO: CORRESPONDÊNCIA, RELAÇÃO, DEPENDÊNCIA E VARIAÇÃO

MEANINGS ATTRIBUTED BY STUDENTS IN THE SIGNIFICATION OF THE FUNCTION CONCEPT: CORRESPONDENCE, RELATION, DEPENDENCE AND VARIATION

SENTIDOS ATRIBUIDOS POR LOS ESTUDIANTES EN LA SIGNIFICACIÓN DEL CONCEPTO FUNCIÓN: CORRESPONDENCIA, RELACIÓN, DEPENDENCIA Y VARIACIÓN

Angéli Cervi Gabbi* , Cáitia Maria Nehring** 

Cómo citar este artículo: Gabbi, A. C.; Nehring, C. M. (2021). Sentidos atribuídos pelos estudantes na significação do conceito Função: Correspondência, Relação, Dependência e Variação. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 522-537. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17022>

Resumo

O presente artigo busca compreender, a partir da proposição de uma sequência de ensino, o processo de aprendizagem do conceito função, com um grupo de estudantes de alguns cursos da educação superior. Tal abordagem faz-se necessária tendo em vista as dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação a tal conceito. Aprofundou-se uma atividade que teve como objetivo explorar o nuclear do conceito função – correspondência, relação, dependência e variação – a partir de uma investigação que questiona: quais são as principais fragilidades e dificuldades apresentadas pelos estudantes em uma atividade envolvendo a essência do conceito função? Buscaram-se, na Teoria dos Registros de Representação Semiótica e na Teoria dos Campos Conceituais, aportes teóricos para sustentar este estudo. Os dados foram construídos e tratados a partir da Análise Textual Discursiva, tendo como categoria de análise: sentidos atribuídos pelos estudantes na significação do conceito função: correspondência, relação, dependência e variação. Identificou-se que a atividade planejada possibilitou argumentações e discussões entre os estudantes e destes com as pesquisadoras. Por meio dessa interação, os estudantes demonstraram domínio de conversão entre as representações semióticas identificadas na situação apresentada, conseguindo converter as informações em estruturas organizadas e criando esquemas matemáticos para resolução da atividade proposta.

Palavras Chave: Aprendizagem do conceito função. Teoria dos Campos Conceituais. Nuclear do conceito função. Teoria dos Registros de Representação Semiótica.

Abstract

From the proposal of a teaching sequence, this paper aims to understand the process of learning the function concept by a group of undergraduate students. Such an

Received: 23 de agosto de 2020; approved: 14 de julio de 2021

* Doutora em Educação nas Ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), Brasil. E-mail: angeli.gabbi@ibiruba.ifrs.edu.br – ORCID: 0000-0003-1000-3064.

** Doutora em Educação. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI). E-mail: catia@unijui.edu.br – ORCID: 0000-0001-5372-4107

approach has become necessary since the students have shown difficulties understanding that concept. We focused on an activity aiming at exploring the nucleus of the function concept – and what is meant by correspondence, relation, dependence, and variation –, by questioning: What are the main weaknesses and difficulties shown by students in an activity involving the essence of the function concept? In order to do that, we used both the Theory of Registers of Semiotic Representation and the Theory of Conceptual Fields to support this study. Data were constructed and treated through Discursive Textual Analysis, producing the following category of analysis: meanings attributed by students in the signification of the function concept: correspondence, relation, dependence, and variation. We found out that the proposed activity enabled some argumentations and discussions among students, as well as between them and the researchers. Through this interaction, the students evidenced that they mastered the conversion between the semiotic representations identified in the situation presented, thus being able to convert information into organized structures, and designing mathematical schemes to complete the proposed activity

Keywords: Learning of the Function Concept. Theory of the Conceptual Fields. Nucleus of the Function Concept. Theory of Registers of Semiotic Representation.

Resumen

El presente artículo busca comprender, a partir de la propuesta de una secuencia de enseñanza, el proceso de aprendizaje del concepto de función, con un grupo de estudiantes de algunos cursos de educación superior. Este enfoque es necesario en vista de las dificultades que presentan los estudiantes en relación a tal concepto. Se profundizó una actividad que tuvo como objetivo explorar el núcleo del concepto de función - correspondencia, relación, dependencia y variación - a partir de una investigación que cuestiona: ¿Cuáles son las principales fragilidades y dificultades que presentan los estudiantes en una actividad que involucra la esencia del concepto función? Se buscó en la Teoría de los Registros de Representación Semiótica y en la Teoría de los Campos Conceptuales (TCC), aportes teóricos para sustentar este estudio. Los datos fueron construidos y tratados a partir del Análisis Textual Discursivo, teniendo como categoría de análisis: sentidos atribuidos por los estudiantes en la significación del concepto función: correspondencia, relación, dependencia y variación. Se identificó que la actividad planificada posibilitó argumentaciones y discusiones entre los estudiantes y entre ellos y las investigadoras. A través de esta interacción, los estudiantes demostraron el dominio de la conversión entre las representaciones semióticas identificadas en la situación presentada, logrando convertir la información en estructuras organizadas y creando esquemas matemáticos para resolver la actividad propuesta

Palabras clave:Aprendizaje del concepto función. Teoría de los Campos Conceptuales. Nuclear del concepto función. Teoría de los Registros de Representación Semiótica

1. Introdução

No ensino de funções, na maioria das vezes, a definição de função é apresentada ao estudante seguida dos tipos de funções existentes, como linear, quadrática, exponencial, logarítmica, e assim por diante, sem compreensão efetiva do nuclear do conceito, que envolve correspondência, relação, dependência e variação¹. Para Cabral e Baldino (2004, p. 168), “esta ordenação por certo garante a legitimidade epistemológica do conhecimento, mas impede que o aluno possa abordá-la de modo não-linear, através de múltiplos pontos de contato, unificando-os, mais tarde”. Os autores lembram que “o conceito de função, como regra geral de correspondência e, mais ainda, como relação, é novo na história da matemática, indicando que, mesmo para os matemáticos, não foi um conceito fácil de ser produzido” (*Ibid.*, p. 167).

A utilização de situações que problematizam a ideia de correspondência entre as variáveis precisa ser o ponto de partida no planejamento docente para o ensino de funções, o que exigirá do professor conhecimentos sobre a origem e o desenvolvimento do conceito ao longo do tempo. As definições, teoremas e regras são importantes também neste processo de compreensão, porém, é a partir da ideia de correspondência entre variáveis que o estudante consegue chegar ao entendimento do conceito, atribuindo sentidos e negociando significados.

O interesse pelo tema surge da vivência da primeira autora como docente da educação superior, principalmente na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I (CDI – I), que trata de conceitos matemáticos que permeiam disciplinas de diversos cursos, como das Engenharias e da própria Licenciatura em Matemática. Além disso, vários estudos apontam altos índices de

reprovação e desistência nessas disciplinas, o que pode ser identificado em Cury (2004), Garzella (2013) e Rezende (2003). Como causas para isso, são apontadas as dificuldades e fragilidades dos estudantes ao trabalharem os conceitos abordados, principalmente o conceito função, considerado essencial para os estudantes de educação superior dos cursos de Ciências Exatas.

2. A Teoria dos Registros de Representação Semiótica e dos Campos Conceituais para compreensão da aprendizagem

A Teoria dos Registros de Representação Semiótica (TRRS) trata do funcionamento e do desenvolvimento cognitivo do pensamento humano, implicado, sobretudo, na atividade matemática, auxiliando na compreensão dos processos de aprendizagem (DUVAL, 2009) e a pensar o ensino de matemática sob a perspectiva do funcionamento cognitivo, de maneira a refletir sobre as dificuldades identificadas.

Duval (2012a) ressalta que, na matemática, é necessário compreender para poder aprender. “Do ponto de vista matemático, a compreensão começa com uma explicação que se baseia na utilização de propriedades matemáticas” (p. 309), sendo a intenção da educação possibilitar o desenvolvimento das “propriedades, dos números, das funções, das relações espaciais, topológicas, afins, métricas, etc.” (p. 309-310). Nesse sentido, desenvolver o entendimento do aprender está inserido no método de conceitualização, ou seja, “de construção de um conhecimento relativo a cada propriedade e a sua utilização matemática ou prática, respeitando as restrições matemáticas sobre suas ordens de aquisição” (DUVAL, 2012a, p. 310). Já “do ponto de vista cognitivo, compreender em matemática é, antes de tudo, reconhecer os objetos matemáticos representados” (*Ibid.*, p. 310). A diversidade de representações de um único objeto mostra as possíveis transformações dessas representações por outras, ocorrendo, dessa forma, dois tipos diferentes de transformações na perspectiva da aprendizagem: tratamento e

¹Mais informações sobre o nuclear do conceito função são encontradas na tese da primeira autora: GABBI, Angéli Cervi. O conceito função no processo de aprendizagem de um grupo de estudantes da educação superior. Tese de Doutorado, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí/RS, 2019.

conversão. Sendo assim, compreender que o objeto matemático precisa ser desenvolvido a partir de transformações de conversão (modificação entre registros de representação) e tratamento (modificações internas ao registro) é requisito para o entendimento e significação conceitual no ensino da matemática. Duval considera que “as representações semióticas não são somente indispensáveis para fins de comunicação, elas são necessárias ao desenvolvimento da atividade matemática” (2009, p. 15).

Nesse contexto, o processo de representação torna-se importante no ensino e na aprendizagem matemática, não sendo possível um indivíduo mobilizar conhecimento sem a realização de uma atividade de representação. Um exemplo de conversão no ensino de funções constitui-se na mudança do registro de equação algébrica para o registro gráfico. Para isso, “é necessária articulação entre as variáveis cognitivas que são específicas do funcionamento de cada um dos dois registros” (DUVAL, 2005, p. 17), algébrico e gráfico. Para ocorrer o processo de conversão, é importante, por exemplo, que o estudante consiga, entre outras coisas, distinguir abscissa e ordenada, reconhecendo, no registro algébrico e no registro gráfico, os parâmetros da função, bem como a relação entre os valores do eixo x (abscissa) e do eixo y (ordenada).

Para Duval (2011), as “dificuldades de leitura e de interpretação das representações gráficas cartesianas” (p. 97) podem ser resultantes da “falta de conhecimento das regras de correspondência semiótica entre o registro de representação gráfica e o registro da expressão algébrica” (idem, ibidem). No processo de representações gráficas, o autor salienta ser importante a compreensão das variáveis visuais e suas significações simbólicas, ou seja,

[...] a conversão entre gráficos e equações supõe que se consiga levar em conta, de um lado, as variáveis visuais próprias dos gráficos (inclinação, interseção com os eixos etc.) e, de outro, os valores

escalares das equações (coeficientes positivos ou negativos, maior, menor ou igual a 1 etc.) (DUVAL, 2005, p. 17).

Neste caso, percebe-se que a atenção do estudante está voltada a um conjunto de propriedades do conceito, fazendo uma articulação entre a representação figural e algébrica. Segundo Duval (2011), “a passagem da representação gráfica para a expressão algébrica exige uma interpretação global” (p. 102). O autor aponta ainda que a relação entre as variáveis contidas no registro de representação gráfica e algébrica está vinculada ao procedimento de tratamento do registro gráfico, indicando três abordagens possíveis: “a abordagem ponto a ponto” (p. 98), a “abordagem de extensão do traçado efetuado” (p. 98) e a “abordagem de interpretação global de propriedades figurais” (p. 99).

A primeira, havendo como parâmetro os eixos graduados, reside em localizar pontos específicos, formando um par de números, e logo após marcar estes pontos no plano referencial. Nessa abordagem, não ocorre ligação entre a expressão algébrica da função e o gráfico correspondente. A segunda abordagem corresponde às ações de interpolação e extrapolação de representações gráficas, consistindo na união dos pontos por traçados e no esboço do registro gráfico. Duval (2011) afirma que esta abordagem se “mantém puramente mental: ela não acarreta traços complementares e explicativos como uma mudança de local na graduação dos eixos para ampliar uma parte do traçado” (p. 98). Já na última abordagem, mais importante do ponto de vista cognitivo, “o conjunto traçado/eixos forma uma imagem que representa um objeto descrito por uma expressão algébrica” (p. 99). Portanto, esta abordagem consiste na visualização das mudanças que o registro gráfico gera na expressão algébrica e vice-versa, como também na detecção das variáveis visuais pertinentes relativas a essas modificações.

Ainda conforme Duval (2011), com a abordagem

de interpretação global das propriedades figurais, “não estamos mais na presença da associação ‘um ponto - um par de números’, mas na presença da associação ‘variável visual de representação - unidade significativa da expressão algébrica’” (p. 99, grifos do autor). Para ele, as expressões algébricas são constituídas por variáveis visuais, podendo ser representadas pelos símbolos relacionais ($>$, $<$, $=$, ...), pelos símbolos de operações ou de sinais (+, -, ...), pelos símbolos de variável e pelos símbolos de expoente, de coeficiente e de constante. “A abordagem de interpretação global exige que a atenção esteja centrada sobre um conjunto de propriedades e não sobre valores particulares tomados um a um” (Ibid., p. 102).

Duval (2005, 2009, 2011) enfoca a aprendizagem do sujeito individual, mas é preciso, enquanto docentes/pesquisadores, ampliar este entendimento em situações de ensino, que se mostram em um universo coletivo (sala de aula) e em um contexto intencional. Nesse sentido, busca-se, na Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de Vergnaud, a complementação para os diferentes contextos/situações como elemento fundamental para a aprendizagem matemática, trazendo o entendimento do processo de conceitualização. De acordo com Vergnaud (1993), a TCC é “uma teoria psicológica do conceito, ou melhor, da conceitualização do real, que permite situar e estudar as filiações e rupturas entre conhecimentos, do ponto de vista de seu conteúdo conceitual” (p. 1). Para Vergnaud (1998), essa teoria supõe que a essência do desenvolvimento cognitivo do indivíduo está no processo de conceitualização do real. Em relação à TCC, o autor explica:

[...] é uma teoria cognitivista, que busca propiciar uma estrutura coerente e alguns princípios básicos ao estudo do desenvolvimento e da aprendizagem das competências complexas, sobretudo as que dependem da ciência e da técnica. Por fornecer uma estrutura à aprendizagem, ela envolve a didática, embora não seja em si uma teoria didática. Sua principal finalidade é propor uma estrutura que permita compreender as filiações e rupturas entre conhecimentos, em crianças

e adolescentes, entendendo-se por “conhecimentos”, tanto as habilidades quanto as informações expressas (VERGNAUD, 1993, p. 1).

O autor evidencia numerosas etapas e processos, continuidades (filiações, como o autor denomina) e rupturas. Filiações “porque as competências novas apoiam-se, em parte, nas competências adquiridas antes” (VERGNAUD, 2011, p. 16), e rupturas “porque, às vezes, a tomada de consciência necessária à formação de uma nova competência exige que a criança deixe de lado ideias e formas de agir anteriores. Por vezes, mesmo, é preciso que ela as rejeite” (Ibid., p. 16).

Nas filiações, o estudante dispõe, no seu conjunto de competências (informações e habilidades), os procedimentos apropriados no tratamento da situação, referindo-se a uma relação de filiação aos conhecimentos preexistentes. Neste caso, “observam-se, para uma mesma classe de situações, comportamentos amplamente automatizados, organizados por um só esquema” (VERGNAUD, 1993, p. 2). Já no segundo caso, nas rupturas, o estudante não possui todas as informações e habilidades pretendidas no tratamento da situação, havendo uma interrupção do pensamento e um período de descoberta, podendo ocorrer, ainda, a invenção do novo. Nesta situação, “observa-se a sucessiva utilização de vários esquemas, que podem entrar em competição e que, para atingir a solução desejada, devem ser acomodados, descombinados e recombinados” (Ibid., p. 2). Lima e Santos (2015) afirmam que “não existirá um novo conhecimento se o organismo não tiver em sua estrutura cognitiva um conhecimento anterior para poder assimilá-lo e transformá-lo” (p. 37).

Conforme Vergnaud (1993), o “conceito” tem um sentido mais amplo do que comumente é utilizado. Para ele, o conceito “envolve um conjunto de situações que lhe dão significado: um conjunto de invariantes – propriedades do conceito – subjacentes ao raciocínio e um conjunto de símbolos utilizados para sua representação” (VERGNAUD, 1995 apud GROSSI, 2017, p. 18).

Neste cenário, os conceitos organizam-se em forma de esquemas.

A palavra *esquema*, para Vergnaud, significa “a organização invariante do comportamento para uma classe de situações dada” (1993, p. 2). Segundo ele, “é nos esquemas que se devem pesquisar os conhecimentos-em-ação do sujeito, isto é, os elementos cognitivos que fazem com que a ação do sujeito seja operatória” (*Ibid.*, p. 2). Os invariantes operatórios fazem parte dos esquemas, que podem levar tanto os conhecimentos explícitos quanto os implícitos. “Esquemas são fundamentais porque geram ações, incluindo operações intelectuais, mas podem gerá-las porque contêm invariantes operatórios (teoremas e conceitos-em-ação) que formam o núcleo da representação” (MOREIRA, 2002, p. 16), sendo estes o elo entre os conceitos e os esquemas.

Vergnaud (1998, p. 167, tradução nossa) ressalta que “os teoremas em ação e os conceitos em ação são invariantes operacionais e, como tal, componentes essenciais dos esquemas”. Para o autor, “um teorema em ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real; um conceito em ação é uma categoria de pensamento considerada como pertinente” (VERGNAUD, 1996a, p. 202, tradução nossa).

Apartir de Vergnaud e também de Duval, ratificamos a importância relativa às representações, porém claramente ligada à importância dada à linguagem:

A linguagem tem, antes de mais, uma função de comunicação, e a aprendizagem da matemática é uma aprendizagem muito fortemente socializada. Mas esta função de comunicação não pode exercer-se utilmente a não ser que se apoie nessa outra função de representação. [...] A linguagem e os símbolos matemáticos desempenham, pois, um papel relevante na conceitualização e na ação. Sem os esquemas e as situações, permaneceria vazios de sentido (VERGNAUD, 1996b, p.191).

O papel da linguagem verbal e de outras maneiras de representação simbólica no processo de conceitualização do real é muito importante.

Vergnaud relaciona a relevância da linguagem a outros significantes quando aponta seu papel em três tópicos, a saber: “ajuda a designação e, portanto, a identificação das invariantes: objetos, propriedades, relações e teoremas; ajuda o raciocínio e a inferência; ajuda a antecipação dos efeitos e metas à planificação e ao controle da ação” (VERGNAUD, 1993, p. 17-18).

A conceitualização, segundo Vergnaud (1998), é a “pedra angular da cognição” (p. 173, tradução nossa), isto é, do desenvolvimento cognitivo. Assim, ao estabelecermos de forma produtiva os conceitos, estamos também estabelecendo o conhecimento referente a eles. Na TCC, o interesse está na análise das operações de pensamento, uma vez que este é o centro da conceitualização, porém, se faz necessário que essas diversas operações de pensamento estejam presentes nos problemas que os estudantes encontram. De acordo com Otero et al. (2014), na conceitualização, “a ação operatória do sujeito em situação é tão indispensável quanto o uso de significantes explícitos, pois é somente por meio das situações e dos problemas que se pretende resolver, que um conceito adquire sentido para quem enfrenta uma situação” (p. 17, tradução nossa).

Levando em consideração que a conceitualização é o cerne do desenvolvimento cognitivo, Vergnaud apresenta campo conceitual da seguinte forma: “um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição” (1982, p. 40, tradução nossa). O autor defende campo conceitual como um elemento de estudo que estabelece sentido para as dificuldades verificadas na conceitualização do real.

A ênfase que Vergnaud (1993) atribui às situações para a compreensão de um determinado conceito é tão significativa, que ele afirma ser um conjunto de situações, um contexto, a primeira entrada de um campo conceitual. No entanto, juntamente com as situações, estão os conceitos, pois “[...] a

teoria dos campos conceituais surge, sobretudo, como uma psicologia dos conceitos" (*Ibid.*, p. 9). O pesquisador explica que um campo conceitual é necessariamente definido por três conjuntos e representado por $C = (S, I, Y)$, sendo:

S conjunto das situações que dão sentido ao conceito (referência).

I conjunto das invariantes em que se baseia a operacionalidade dos esquemas (significado).

Y conjunto das formas de linguagem (ou não) que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (significante) (VERGNAUD, 1993, p.8).

Assim, ao estudar o desenvolvimento e utilização de determinado conceito no decorrer do processo de aprendizagem, devem-se levar em consideração esses três conjuntos concomitantemente. "Os esquemas evocados no sujeito individual por uma situação ou por um significante constituem o sentido desta situação ou deste significante para aquele indivíduo." (VERGNAUD, 1993, p. 18). Dessa forma, o estudante que desenvolve o esquema torna-se apto para enfrentar problemas e/ou situações complexas.

3. Procedimentos metodológicos

Planejamos, organizamos e desenvolvemos² uma sequência de ensino composta por situações problema e questões matemáticas, estruturadas em sete encontros, para um grupo de 11 estudantes em formação acadêmica. Os encontros aconteceram semanalmente, com duração de aproximadamente duas horas cada, no turno da tarde, sendo realizados no segundo semestre do ano de 2016. Dos 11 acadêmicos participantes, uma estudante não tinha cursado o componente de CDI – I; os demais estavam cursando esta disciplina no referido semestre. Os estudantes, nos encontros, foram organizados em três grupos – dois deles com quatro estudantes e um com três –, que permaneceram inalterados em todos os encontros.

Os estudantes trabalhavam coletivamente, nos grupos, discutindo as representações e as possíveis soluções das situações propostas e estabelecendo a formação dos teoremas e conceitos em ação, conforme Vergnaud (1993). Interagiam, debatiam e apresentavam proposições para desenvolver as situações problema, mas cada um tinha seu material para anotações individuais. As situações também propiciaram aos estudantes a mobilização de registros de representações na linguagem natural, algébrica e gráfica, sendo possível o estabelecimento de procedimentos de conversões entre os registros, conforme Duval (2005, 2009). Cada situação problema foi disponibilizada aos estudantes em folhas impressas; ao final de cada encontro, todo material com as anotações dos estudantes era recolhido pelas pesquisadoras e colocado em uma pasta, identificada pelo número do encontro. Todos os encontros foram gravados, utilizando-se um gravador em cada mesa onde os grupos ficavam, para identificar suas discussões, que foram transcritas posteriormente. As gravações dos áudios nos grupos e as respectivas transcrições foram salvas no computador das pesquisadoras, em pastas com identificação do encontro devidamente datado, constituindo o banco de dados produzidos, juntamente com o material impresso de cada estudante.

No decorrer das análises, os dados produzidos foram indicados por meio de excertos/diálogos/textos contendo o nome fictício do estudante, bem como *Pesq. 1* e *Pesq. 2* para indicar as falas/intervenções das pesquisadoras envolvidas no campo empírico, além da identificação do grupo e da data do encontro. Os dados produzidos na pesquisa, ou seja, as transcrições dos encontros realizados com os estudantes, a situação problema e os registros feitos pelos participantes, foram tratados pela Análise Textual Discursiva (ATD), que trabalha com significados produzidos com base em um conjunto de textos. De acordo com Moraes e Galiazzzi (2016), a ATD "corresponde a uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir

²Ver informações completas na tese da primeira autora.

novas compreensões sobre os fenômenos e discursos" (p. 13).

Focamos nossas análises nas produções elaboradas e desenvolvidas pelos estudantes, não com a intenção de verificar se tais situações estavam certas ou erradas, mas com objetivo de investigar quais eram as dificuldades e as fragilidades apresentadas pelos estudantes nas referidas situações. Interessava-nos investigar a atribuição de sentidos e a apropriação de significados dos acadêmicos em relação à situação trabalhada naquele dado momento.

Para este artigo, focamos nos dados do Grupo 1. Selecioneamos um encontro e, deste, uma atividade, a fim de entender o movimento de aprendizagem dos estudantes e as dificuldades apresentadas por eles ao trabalharem o conceito função a partir do seu nuclear, considerando a representação gráfica e a conversão na representação algébrica. Este foi o segundo encontro, realizado no dia 21 de outubro de 2016.

Foram feitos recortes do material coletado, em episódios que contemplam as intervenções e os procedimentos das pesquisadoras quando os estudantes são instigados a compreender/explicar uma situação problema que envolvia o nuclear do conceito função e a resolvê-la a partir do contexto matemático, como verificamos no Quadro 1.

Buscando-se responder o problema da pesquisa, apresentam-se os resultados, as análises e as compreensões, considerando-se o *corpus* analisado, composto pela unidade de análise *compreensão do conceito função a partir de sua essência*; pela categoria definida *sentidos atribuídos pelos estudantes na significação do conceito função: correspondência, relação, dependência e variação*; e pela proposição a *compreensão do nuclear do conceito função potencializa a aprendizagem dos estudantes em relação a tal conceito*.

4. Sentidos atribuídos pelos estudantes na significação do conceito função: correspondência, relação, dependência e variação

A TCC tem como princípio que o conhecimento

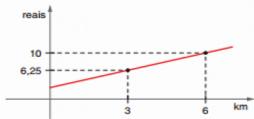
emerge da resolução de problemas, do contexto, pois o conceito se torna significativo ao estudante quando este tem acesso a uma variedade de situações. A situação apresentada no Quadro 1 favorece as mudanças de registros de representação, conforme proposto por Duval (2005), e acreditamos que a inter-relação desses registros é estruturante para a elaboração do conceito função pelo estudante, compreendendo correspondência, relação, dependência e variação, essenciais para o entendimento de tal conceito.

Após ser entregue a situação problema ao grupo, os estudantes começaram a explicitar os entendimentos do registro gráfico, para então conseguir responder as questões propostas. Os acadêmicos deveriam visualizar as informações contidas no registro gráfico, identificando e mobilizando as propriedades, ou seja, fazendo uma interpretação global, como destaca Duval (2005, 2009), o que requer a caracterização das variáveis visuais pertinentes. Considerou-se também que as discussões nos grupos são importantes nesse processo de aprendizagem, já que, nestes momentos, os estudantes conseguem argumentar seus entendimentos para os colegas. Concordamos com Silva e Pinto quando mencionam que "a aprendizagem não se dá com o estudante afastado, sem viabilidade de relacionar-se com os colegas e professor, mas em conjunto, demonstrando para si e para os outros seus pensamentos e argumentos" (2019, p. 111). Vergnaud (1993) também considera a importância da interação social, uma vez que ela contribui para a formação de esquemas.

No Quadro 2, é possível identificar o entendimento inicial entre os estudantes do Grupo 1 ao analisarem a representação gráfica e, a partir disso, extraírem suas propriedades e características, para então resolver a situação proposta. Essa situação permite aos estudantes identificar a correspondência entre as variáveis envolvidas, exigindo-lhes compreensão das grandezas dispostas no plano cartesiano em seus respectivos eixos e requerendo um maior custo cognitivo, pois é preciso que os estudantes compreendam a representação

Quadro 1. Situação problema apresentada aos estudantes do Grupo 1

Na figura abaixo, é indicado o preço pago por uma corrida de táxi, em função da distância percorrida.



Nestas condições, responda:

- Quais são as informações que podemos ler a partir da representação gráfica?*
- A partir dessas informações, podemos determinar o valor pago para uma corrida de 5Km? 10 Km? 12Km?*
- Se um passageiro gastar R\$ 15,00, quantos quilômetros ele andou? E se gastar R\$ 22,00? E se gastar R\$25,00?*
- O que precisamos utilizar para determinar o valor da corrida?*
- Podemos determinar uma expressão matemática para determinar o valor gasto para uma corrida qualquer?*
- Agora, por meio desta expressão matemática, encontre os valores das letras b e c anteriores.*

Fonte: Dados produzidos na pesquisa.

gráfica e consigam mobilizar suas propriedades. “O estudo da matemática deve contribuir para a formação global do estudante, e que o mesmo seja capaz de fazer leituras de mundo com uma melhor apreensão a partir do saber pensar matemática” (SILVA; PINTO, 2019, p. 111).

- (01) **Letícia:** Então, tem um preço fixo da bandeirada. Para três quilômetros, pagam seis reais e vinte e cinco centavos, e seis quilômetros, pagam dez reais.
 (02) **Letícia:** Então, a gente precisa achar o valor da bandeirada, não é?
 (03) **Amanda:** A gente pode usar o x.
 (04) **Letícia:** Sim, para achar o valor da bandeira, daí vai ser vezes o x, aqui é tipo, o valor do quilômetro mais a bandeirada [Os estudantes referiam-se à função afim].
 (05) **Amanda:** É x mais b, não é? [Referindo-se à função $f(x) = ax+b$.]
 (06) **Juliana:** Dá para fazer por regra de três.
 (07) **Letícia:** Tá, mas aqui, eu pensei que regra de três, você já vai estar incluindo o valor da bandeirada e daí você vai dividir, porque tem um valor fixo, não está no zero, tem o valor da bandeirada.
 (08) **Amanda:** Ele vai te dar incluída a bandeirada.
 (09) **Juliana:** Não, porque você vai usar esses valores aqui, olha, que são fixos, para fazer a regra de três [Apontando para os valores contidos no registro gráfico].
 (10) **Amanda:** Vou fazer por regra de três então.
[Depois de um tempo...].
 (11) **Amanda:** Hum... Mas não tem como, porque, se seis dá dez, de que jeito cinco vai dar dez ponto zero oito?
[Observemos a Figura 1 a seguir].
 (12) **Maria:** Regra de três composta não dá também? O que você acha?

Fonte: Transcrição da gravação de áudio, segundo encontro,

Grupo 1, 21/10/2016.

Embora a situação apresentada pareça ser de fácil compreensão, exige um grau de abstração

das informações para que se consiga resolver o problema; é necessário realizar a transformação de tratamento, considerando-se o registro de representação gráfica. A estudante Letícia (Linha 7) começa a identificar elementos da representação gráfica, mencionando que, quando o táxi estava parado (representado na origem do sistema de eixos), havia um preço a ser pago pela corrida, que era a bandeirada. Nesta afirmativa, a estudante mobiliza elementos para identificar a relação entre as variáveis da situação juntamente com o termo independente (que é a constante, o valor da bandeirada); ela busca vincular os conceitos já aprendidos e incorporados à sua estrutura cognitiva, para assim problematizar aspectos da situação.

Pela descrição apresentada no Quadro 2, as estudantes não estavam conseguindo compreender o significado de dependência, ou seja, que o preço a ser pago pela corrida dependia da distância percorrida – pois em nenhum momento do diálogo elas explicitam isto – e que havia uma dependência entre essas variáveis, a qual poderia ser expressa por meio de uma lei de correspondência, no caso, a lei da função. É por essa relação de correspondência entre as variáveis (distância percorrida x preço a ser pago) que, posteriormente, o significado de variação adquire sentido para a estudante. Assim, torna-se fundamental que o acadêmico consiga identificar a relação e a dependência entre as variáveis, além da ideia de correspondência.

A estudante Amanda estava com dificuldade de colocar, na representação da língua natural, a expressão que representa a função linear, $f(x) = ax + b$ (Linhas 3 e 5). Percebe-se que o coeficiente a não aparece em sua fala, tampouco a variável dependente. Esperava-se que o grupo conseguisse expressar a relação entre os quilômetros percorridos e o valor pago pela corrida; no entanto, percebe-se que os estudantes não conseguiam expressar matematicamente a relação entre as grandezas. O grupo apresenta fragilidade em identificar as propriedades contidas na representação gráfica, para então mobilizar essas propriedades em signos e símbolos matemáticos, desenvolvendo esquemas para resolução da transformação de tratamento. Por outro lado, a estudante Amanda começa a envolver os signos x e b (Linha 5), apresentando indícios do entendimento da situação, conforme se pode observar no Quadro 2, mas ainda sendo frágeis os sentidos produzidos acerca da situação.

As estudantes não estavam conseguindo identificar a dependência entre as variáveis da situação apresentada, ou seja, a distância percorrida em quilômetros, o valor do quilômetro rodado e o custo total. Essa noção é fundamental para o entendimento do conceito função, identificado a partir do nuclear: correspondência, relação, dependência e variação. Percebe-se que o grupo, usando a representação da língua natural, conseguia explicar, por exemplo, que a bandeirada era um valor fixo, mas não conseguia fazer a conversão dessas informações da representação gráfica para obter a expressão matemática utilizando a noção de variável dependente (quilômetros rodados) e independente (preço a ser pago). Continuando com a discussão do grupo, a seguir, tem-se o Quadro 3.

A estudante Letícia demonstra indícios de compreensão do conceito de função afim e linear (Linha 24), ou seja, consegue estabelecer um sentido entre esses conceitos. Já a estudante Juliana confunde-se com os termos variação e ponto médio (Linha 26), não conseguindo compreender que,

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad & 5\text{Km} : \$6,25 \\ & 3\text{Km} : \$6,25 \\ & 5\text{Km} : n \\ & 3n = 30,25 \\ & n = 10,08 \end{aligned}$$

Figura 1. Registro da regra de três utilizada pela estudante

Juliana. Fonte: Dados produzidos na pesquisa. para utilizar a regra de três, neste caso, deveriam usar a variação no eixo dos quilômetros (eixo x) e a variação no eixo dos valores em reais (eixo y), o que indica que precisavam ainda mobilizar esquemas e outras relações para compreensão desses conceitos. O mesmo acontece com o emprego dos conceitos de regra de três simples e regra de três composta pelas estudantes Maria e Letícia (Quadro 2, Linha 12, e Quadro 3, Linha 28, respectivamente), pois não mobilizaram o sentido do conceito de proporcionalidade, não estabelecendo um significado para esse conceito. Sabe-se que a regra de três composta é um recurso utilizado em situações com mais de duas grandezas, o que não é o caso da situação problema em análise.

Quadro 3. Diálogo entre os estudantes do Grupo 1 e pesquisadora, para compreensão da relação de correspondência

13) **Letícia:** A gente pegou os dois pontos e achou a "coisa" [tentando expressar a função]. Olha, a gente pegou os dois pontos e fez a equação, substituiu e achou o valor de a e b [estava se referindo à função afim].

14) **Amanda:** Mas, por regra de três, fica difícil. Mas tem como fazer, eu acho, pela função. Eu nem lembro o que eu estou falando.

15) **Letícia:** Eu ia dizer... Você nem sabe o que está falando. Aqui, professora, a gente vai achar as funções, não é? A função, para você conseguir substituir o x e o y , porque, por regra de três, se a gente faz, dá resultados diferentes.

16) **Pesq. 2:** Como é que vocês pensaram na regra de três?

17) **Letícia:** A gente fez de dois jeitos, a gente substituiu, na verdade, a gente fez uma regra de três simples.

18) **Pesq. 2:** Me mostrem como vocês pensaram essa regra de três.

19) **Amanda:** Primeiro, eu fiz o cinco e o x e o três e esse valor [6,25], daí, o valor dá muito alto, acima do valor que dá com seis, e daí, depois, eu fiz com o seis; no caso, o seis dá um valor abaixo, dá certo, mas o três não [A estudante estava se referindo ao registro mostrado na Figura 2, porém, ela não desenvolveu o cálculo, apenas calculou utilizando o recurso da calculadora e observou que o valor não estava fechando com o registro gráfico].

- (20) **Juliana:** Mas, considerando essa parte aqui olha [apontando para os quilômetros rodados no registro gráfico].
(21) **Pesq. 2:** Isso... Que tipo de função é essa?
(22) **Juliana:** Função afim.
(23) **Pesq. 2:** Tem diferença entre ser afim e ser linear?
(24) **Letícia:** Sim, porque a linear passa na origem.
(25) **Pesq. 2:** Muito bem, se parte da origem, então, é linear. Neste caso aqui, a função é afim. Eu consigo fazer uma regra de três? [Pesquisadora aguarda um tempo; sem resposta, continua]. Eu vi que vocês compararam, mas e se eu for fazer uma variação em y e em x ? O que é variação? [Pesquisadora aguarda um tempo; sem resposta, continua]. Se vocês fizerem uma variação no eixo y e no eixo x , tem outra possibilidade usando regra de três?
(26) **Juliana:** Com o ponto médio, não dá para fazer? Por exemplo, aqui, olha, a variação aqui do meio, [apontando para o ponto médio entre 3 e 6 no eixo x, dos quilômetros]. Se eu usar o que está aqui no meio, eu não vou considerar essa parte aqui, eu acredito... Não sei...
(27) **Pesq. 2:** E será que ela é válida para qualquer intervalo depois?
(28) **Letícia:** É, porque depois... Qual vai ser o ponto médio de seis e dez, por exemplo... Só se for uma regra de três composta.
(29) **Amanda:** Então, a gente tem que fazer pela função?
(30) **Pesq. 2:** Na verdade, é uma pergunta que eu trouxe para vocês pensarem. Do jeito que vocês estão fazendo, é possível encontrarmos os valores solicitados na letra b ? Se vocês quiserem fazer por regra de três, precisamos fazer uma aproximação, considerando a variação do preço a ser pago pela variação da distância percorrida. Essas variáveis são proporcionais? [Pesquisadora aguarda um tempo; sem resposta, continua]. Olhem para o eixo y , que é valores em reais, e para o eixo x , que são os quilômetros. Essa é uma possibilidade de conseguir resolver por regra de três, mas, usando a ideia de variação, tentem pensar nessa possibilidade. Como é que vocês fariam? [Pesquisadora se afasta e deixa o grupo pensar e discutir sobre sua fala].
(31) **Letícia:** Tá e daí, você vai fazer como? Pegar um desses valores estabelecidos? [Referindo-se aos valores que estão dispostos no registro gráfico].
(32) **Amanda:** Vamos tentar com todos e ver se dá certo [Referindo-se aos valores da questão da letra b , ou seja, o valor pago por uma corrida de 5 km, de 10 km e de 12 km].

Fonte: Transcrição da gravação de áudio, segundo encontro,
Grupo 1, 21/10/2016.

As estudantes do grupo queriam resolver a situação da letra b e c também por regra de três (cabe salientar que isto não foi imposto a elas; partiu do grupo querer resolver as letras a e b também usando a regra de três [Quadro 2, Linhas 6 e 10]), mas não estavam conseguindo explorar as propriedades e características da representação gráfica. Sabese que as variáveis da situação proposta não são

proporcionais, então, não seria possível aplicar a regra de três, conforme as estudantes estavam indicando na Figura 2 (Quadro 3). É preciso trabalhar com a ideia de correspondência entre as variáveis e, assim, verificar a variação existente entre a distância percorrida e o preço a ser pago. Percebe-se que o conceito de relação não estava sendo mobilizado pelas estudantes; na Linha 44, a pesquisadora chama atenção para a relação estabelecida entre as variáveis da situação. A estudante precisava identificar a existência dessa relação para conseguir compreender e afirmar que existem uma dependência e uma variação entre as variáveis estabelecidas no problema. Após um tempo, uma das pesquisadoras aproximou-se do grupo novamente, com o intuito de verificar se as participantes estavam conseguindo entender a situação.

Quadro 4. Diálogo entre os estudantes do Grupo 1 e pesquisadora, para entendimento de variação

- (33) **Pesq. 1:** Estão conseguindo?
(34) **Letícia:** Pela função, sim [como podemos ver na Figura 4, a seguir].
(35) **Pesq. 1:** Por que não conseguiram por regra de três? Vocês usaram a ideia de variação para fazer por regra de três? [Pesquisadora aguarda um tempo. Sem resposta, continua]. O que a gente pode fazer? O que é a variação no eixo x e qual é a variação no eixo y ? [Pesquisadora aguarda um tempo. Sem resposta, continua]. Nós temos variáveis que se relacionam? [Os estudantes afirmam que sim, movimentando a cabeça]. Existe uma relação? Essa relação varia, certo?
(36) **Letícia:** Mas a gente tentou fazer desse jeito e não conseguiu.
(37) **Pesq. 1:** O que vocês precisam fazer? Essa regra está correta? [Apontando para a regra: 5 está para x e 3 está para 6,25, Figura 2 do Quadro 3]. No nosso caso aqui [apontando para o registro gráfico no eixo dos valores em reais], qual a variação?
(38) **Letícia:** 3,75... E 5 está para x ?
(39) **Pesq. 1:** Usem a variação nos dois eixos, pensem: a variação do preço pago por uma corrida é diretamente proporcional à variação da distância percorrida?
(40) **Amanda:** Aaaaaa, tá.
(41) **Letícia:** Ao invés de usar cinco, usa a variação, não é? $\frac{2x3,75}{}$
Aí, $\frac{1}{3}$ [observemos a Figura 3 abaixo, que apresenta o tratamento correto da regra de três utilizada pela estudante Juliana].

- (42) **Pesq. 1:** Ok, dá 2,5, e agora, o que eu tenho que fazer com este valor, 2,5? O que esse valor significa no registro gráfico e na situação apresentada?
- (43) **Amanda:** Ah, a gente achou o 2,5 como o valor da bandeirada.
- (44) **Pesq. 1:** Isso, pensem: o que é preciso fazer agora? Vocês diminuíram cinco de três, usando a ideia de variação. Eu quero saber agora a quantidade em reais que ele vai pagar, ou seja, essa variação foi em relação ao ponto 6,25, então, o que eu tenho que fazer com esses 6,25 agora?
- (45) **Amanda:** Diminuir.
- (46) **Pesq. 1:** Por que diminuir? Diminuir do quê?
- (47) **Juliana:** Não. Com esse 2,5, você tem que somar os 6,5 [Pesquisadora se afasta e deixa o grupo pensar].
- (48) **Amanda:** Gente, eu estou “boiando” agora.
- (49) **Letícia:** É que você achou a taxa de variação, entendeu?
- (50) **Amanda:** Tá, mas e daí, por que eu tenho que somar?
- (51) **Letícia:** Prof. como faço para achar o 10 agora? [referindo-se ao 10 km solicitado da letra b].
- (53) **Pesq. 01:** Vocês vão fazer a mesma coisa, usem a mesma ideia de antes.
- (54) **Juliana:** Com o 7.
- (55) **Pesq. 01:** Isso, mas agora entenderam porquê do número 7?
- (56) **Juliana:** Sim, agora sim.
- (57) **Letícia:** Dá 15.

Fonte: Transcrição da gravação de áudio, segundo encontro,

Grupo 01, 21/10/2016

A variação no eixo x (que na situação representa os quilômetros rodados) será de 3km, e a variação no eixo y (que neste caso é o valor em reais) será de R\$ 3,75. A estudante Juliana consegue, após intervenções das pesquisadoras, estabelecer sentido para esta relação, como se observa na Figura 3. A estudante utiliza a representação simbólica de variação (Δ) nos eixos e, assim, consegue resolver a questão da letra b, empregando a ideia de variação e regra de três de forma correta, organizando seus esquemas e atribuindo sentido à situação. Neste momento, entende-se que a estudante se apropriou do significado de conceitos científicos

$$\begin{array}{r} 5 \\ 3 \end{array} \xrightarrow{\quad} \begin{array}{r} 2 \\ 6,25 \end{array}$$

Figura 02. Registro da regra de três utilizada pela estudante Amanda. **Fonte:** Dados produzidos na pesquisa.

por meio de processos de análise e de síntese, ou seja, processos de abstração e generalização,

respectivamente.

Por meio de um sistema linear, a estudante Letícia resolve o tratamento algébrico da situação, encontrando a função afim $f(x) = 1,25x + 2,5$; a partir da função, consegue substituir os valores dos quilômetros rodados (questão da letra b), para então encontrar o valor a ser pago em reais, como pode ser visualizado na Figura 4. Entende-se que, nesse momento, a estudante Letícia mobiliza as propriedades da representação gráfica para a algébrica, na qual apresenta um caso particular de função, ou seja, função afim.

Esta é outra possibilidade de resolver, diferentemente do que a colega Juliana fez na Figura 3, sendo ambos os tratamentos corretos – uma estudante utilizando a regra de três simples (Quadro 4, Figura 3), e a outra utilizando os pares ordenados mobilizados do registro da representação gráfica, substituindo na equação geral $y = ax + b$ e resolvendo o sistema linear (Figura 4). Ambas as estudantes criaram esquemas necessários para compreensão e resolução do tratamento utilizado na situação. Para a resolução por meio da regra de três, era preciso considerar a relação de dependência entre as variáveis envolvidas, a variação existente do preço pago em relação à variação da distância percorrida. O cálculo feito pela estudante Juliana, na Figura 3, mostra a variação da distância percorrida para uma variação do preço, e essa variação se deu quando o preço já era de 6,25 reais, por isso, a soma desse valor na variação do preço de 2,5 reais, 8,75 reais e 11,25 reais.

Entretanto, neste momento de análise, questiona-se: será que a estudante Juliana, ao utilizar regra de três para resolver a questão da letra b - Figura 3, utilizou de fato a ideia de proporção ou usou esta regra como um algoritmo para resolver a situação proposta? Diferentemente, a colega Letícia, na Figura 4, apresenta indícios da apreensão do nuclear do conceito função, quando mobiliza as informações e propriedades da representação gráfica para a algébrica. Neste último caso, por meio dos pares ordenados e da equação geral

$y = ax + b$, a estudante precisava mobilizar o entendimento de dependência entre as variáveis, de variável dependente e independente, bem como das coordenadas dos pontos cartesianos extraídos da situação problema, além da resolução do sistema linear.

Porém, ambas as situações (Figuras 3 e 4) apresentam custos cognitivos necessários para mobilização das propriedades envolvidas em cada um dos tratamentos algébricos explicitados anteriormente, isto é, a compreensão de relação, dependência, variação, par ordenado, variável dependente e independente e sistema linear. A estudante Letícia apresenta indícios de níveis de significação mais elevados.

Pela Figura 4, percebe-se que a estudante do grupo atribuiu sentido para os valores numéricos da representação gráfica, realizando a conversão do registro gráfico para o algébrico. Partiu da observação das relações entre as grandezas, distância percorrida e preço a ser pago, e generalizou uma regularidade para a situação apresentada, estabelecendo, assim, uma lei de associação, remetendo à função. A generalização e a abstração dos significados em processo de

$$\begin{aligned} 3Km - \Delta n &= 3,75 \\ 3Km - 3n &= 3,75 \\ n &= 2,5 + 1,25 \\ n &= 8,75 \\ &+ 6,25 \\ n &= 15,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta y &= 3,75 \\ 3 - 3,75 &= 3 - 3,75 \\ 7 - n &= 8,75 \\ &+ 6,25 \\ n &= 17,5 \end{aligned}$$

Figura 3. Registro da resolução da letra b , utilizando regra de três, pela estudante Juliana. **Fonte:** Dados produzidos na pesquisa

ascensão constituem o nuclear do conceito, que servirá de base para o desenvolvimento do pensamento. Desse modo, a reta expressa na representação do registro gráfico (exposto na situação problema proposta) foi representada algebricamente pela função $f(x) = 1,25x + 2,5$

Para Vergnaud (1993, p. 3), “o funcionamento

$$\begin{aligned} (3, 6,25) & \quad (6, 10) \\ 6a + b = 10 & \quad 3a + b = 6,25 (-2) \\ 6a + b = 10 & \\ -6a - 2b = -12,5 & \\ -b = -2,5 & \\ b = 2,5 & \\ 6 \cdot a + 2,5 = 10 & \\ 6a = 7,5 & \\ a = 1,25 & \\ f(15) = 1,25 \cdot 15 + 2,5 &= 18,75 \\ f(10) = 1,25 \cdot 10 + 2,5 &= 15 \\ f(15) = 1,25 \cdot 15 + 2,5 &= 18,75 \end{aligned}$$

Figura 4. Recorte do registro de tratamento desenvolvido pela estudante Letícia **Fonte:** Dados produzidos na pesquisa.

cognitivo dos alunos envolve operações que se automatizam progressivamente”, como pode ser visualizado na Figura 4: a estudante Letícia troca o sinal quando troca o membro ou quando isola os parâmetros a e b de um lado da igualdade. Sendo assim, a confiabilidade de um esquema do estudante, de acordo com o autor, baseia-se no conhecimento que o estudante já possui, que pode ser explícito ou implícito.

Pela regra de três simples, as estudantes apresentaram dificuldade em perceber a relação de dependência entre as variáveis envolvidas no problema e também que as variáveis, neste caso, não eram proporcionais, portanto, seria preciso trabalhar com a variação existente entre o preço a ser pago e a distância percorrida. Essa foi a grande fragilidade do grupo, que só conseguiu visualizar essa relação de dependência a partir das intervenções das pesquisadoras (Quadro 4, Linhas 37 e 39), sendo esse um entendimento essencial para o estudo de função.

Analizando-se as falas trazidas nas Linhas 25, 30, 35, 37, 39 e 44, nota-se que somente após a intervenção das pesquisadoras é que as estudantes conseguem mobilizar as estruturas cognitivas necessárias para resolver a situação problema proposta, principalmente na resolução utilizando a regra de três. As estudantes demonstram conhecimentos consolidados e outros em processo de desenvolvimento, pois evidenciam indícios de avanço com o auxílio das pesquisadoras

(Quadro 4, Linhas 42 e 44). Por exemplo, as estudantes do grupo conseguem, partindo da análise da representação gráfica, visualizar a variação existente entre o preço a ser pago pela corrida e a variação da distância percorrida, aplicando uma regra de três para resolver a questão da letra *b*, o que é explicitado na Figura 3. Ainda, a partir dos pares ordenados (3, 6.25) e (6, 10), conseguem substituí-los na equação geral $y = ax + b$ e, mediante tratamento algébrico, encontrar a função correspondente, o que pode ser identificado na Figura 4. Isso demonstra que estão conseguindo realizar a conversão dos esquemas produzidos por meio da análise da representação gráfica, identificando as variáveis visuais pertinentes existentes na situação, bem como o nuclear do conceito, isto é, a relação de correspondência, relação, dependência e variação. Além disso, a transição entre as representações semióticas produzidas durante a compreensão da representação gráfica (Figuras 3 e 4) permitiu considerar que o grupo manifesta indícios de compreensão dos conceitos propostos na situação problema apresentada.

Ressalta-se que a conversão das representações semióticas a partir das informações do problema possibilitou apreensões conceituais, como vimos na Figura 4, o que ocorreu por meio de discussões e interações entre as estudantes e destas com as pesquisadoras. Silva e Pinto destacam que:

Verifica-se que os ajustes e argumentação matemática, frutos de ações individuais dentro de um contexto coletivo, influenciaram os debates, construção e mobilização de saberes matemáticos. Os estudantes, a partir de discussões, avançaram na direção do conhecimento, e isso é uma qualidade do trabalho desenvolvido em conjunto. Quando é possibilitado ao sujeito contribuir com ideias e argumentar sobre o que está pensando, além de promover e evidenciar a própria aprendizagem, influencia e contribui para que os demais também sejam mobilizados a pensar sobre o assunto em debate (2019, p. 121).

O diálogo entre as estudantes, a atribuição de sentidos, a apropriação de significados individuais que faziam ao longo da resolução da situação e a explicitação dos sentidos entre as colegas do grupo ratificam o proposto por Vergnaud (1993) na aquisição dos conceitos. É por meio dessas discussões que as estudantes puderam organizar sua aprendizagem, revendo as possibilidades, estudando seus próprios erros, desenvolvendo os conceitos matemáticos de acordo com sua interatividade com as colegas, as pesquisadoras e a situação problema proposta.

Quando a estudante Juliana diz “com o sete”, no final do Quadro 4 (Linha 54), entende-se que o significado de variação está presente de forma intuitiva, já que, de acordo com Duval (2012a), colocar em correspondência é essencial na Matemática, sendo fundamental em problemas de natureza multiplicativa, pois relaciona as estratégias intuitivas utilizadas pelos estudantes nas situações problema. Partindo desse pressuposto, observa-se que, na situação apresentada, nosso objetivo enquanto pesquisadoras é a compreensão, por parte das estudantes, do nuclear do conceito função; isso porque entendemos que, ao compreenderem os princípios gerais deste conceito, as estudantes saberão trabalhar, posteriormente, com as variações particulares, no caso, as famílias de funções (linear, quadrática, exponencial, ...). Assim, torna-se apropriado iniciar o ensino de função pelo nuclear do conceito: correspondência, relação, dependência e variação. A partir desse entendimento, estudam-se as particularidades, isto é, as famílias das funções.

5. Considerações Finais

O tratamento na representação algébrica desenvolvido pelo grupo (Figuras 3 e 4) indica que há organização dos conceitos e teoremas em ação, o que é necessário para a compreensão e realização da situação, e que os esquemas produzidos e utilizados pelas estudantes as conduzem para a correta conversão das representações pertinentes nas questões. Além disso, indica que as estudantes

elaboram seus esquemas, trazendo a necessidade de criarem representações semióticas que permitam o entendimento do conceito função como relação entre as grandezas envolvidas no problema. Nesta ação, pode-se observar que as estudantes relacionam de forma precisa a variável independente da função dada quando, na Figura 4, substituem os valores dos quilômetros percorridos, para assim encontrar o valor pago pela referida corrida (o que é solicitado na questão da letra *b*). Isso evidencia o domínio da transformação de conversão entre registros de representações semióticas identificados na situação problema, evidenciando a capacidade das estudantes em converter as informações dadas na representação gráfica em estruturas organizadas e matematicamente corretas, chegando à solução da situação proposta. A criação de esquemas pelas estudantes e a presença dos conceitos no momento de analisar a representação gráfica, de extrair as propriedades para então encontrar a lei da função e de resolver a questão da letra *b* (conforme visto nas Figuras 3 e 4) possibilitaram a apropriação das ideias matemáticas envolvidas.

Respondendo o problema deste estudo, percebe-se que as fragilidades/dificuldades por parte das estudantes estavam na identificação das propriedades do registro de representação gráfica, considerado por Duval (2009) como atividade de tratamento, bem como na identificação da correspondência existente entre as variáveis envolvidas na situação. Percebe-se, pelos diálogos, que as estudantes não estavam conseguindo entender o significado de dependência, que o preço a ser pago pela corrida dependia da distância percorrida e que essas variáveis não são proporcionais. As estudantes mobilizaram esquemas necessários para a resolução da atividade de tratamento na representação algébrica por meio dos questionamentos e intervenções das pesquisadoras. O tratamento da representação gráfica apresentou grande dificuldade para as estudantes, considerando a falta de conhecimento de suas propriedades, o que pode ser uma

consequência do ensino desenvolvido, que não prioriza atividade de tratamento, e principalmente do trabalho com o conceito.

A interação do professor, neste caso, das pesquisadoras com as estudantes e de estudantes com estudantes é essencial no processo de aprendizagem, pois é a partir dessas interações que emerge o desenvolvimento cognitivo. Coube às pesquisadoras o papel de ouvir, incentivar, indagar, propor, problematizar, formular questões, no sentido de instigar a curiosidade e desafiar as estudantes, promovendo uma interlocução entre elas, a fim de propiciar a escolha de um caminho mais consistente e eficiente na resolução de determinadas situações. Entende-se que esses questionamentos/intervenções marcam os encaminhamentos com pretensão à produção de sentidos e apropriação de significados pelos estudantes.

Considera-se que o entendimento de correspondência, relação, dependência e variação se estabelece como núcleo da compreensão do conceito função, pois apresenta as relações conceituais em que consiste o próprio conceito. Generalizando esse entendimento, as ações e operações que as estudantes realizaram nas Figuras 3 e 4 mostram que compreenderam a essência do referido conceito e concretizaram o objetivo da atividade, o que contribui para o estudo das situações particulares ou das famílias de funções, estudadas posteriormente.

6. Referências

- CABRAL, Tânia Cristina Baptista; BALDINO, Roberto Ribeiro. O ensino de matemática em um curso de engenharia de sistemas digitais. In: CURY, Helena Noronha (org.). **Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 139-186, 2004.
- CURY, Helena Noronha. (Org.). **Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas**. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, 2004.
- DUVAL, Raymond. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da

- Compreensão em Matemática. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. **Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica**. Campinas, SP: Papirus, p. 11-34, 2. ed. 2005.
- _____. **Semiósis e Pensamento Humano: Registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. (Fascículo I). Tradução de Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- _____. Gráficos e equações: a articulação de dois registros. Tradução de Méricles Thadeu Moretti. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 96-112, 2011.
- _____. Quais teorias e métodos para a pesquisa sobre o ensino da matemática? Tradução de Luciana da Costa Oliveira. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p. 305-330, jul./dez. 2012a.
- GABBI, Angéli Cervi. **O conceito função no processo de aprendizagem de um grupo de estudantes da educação superior**. Tese de Doutorado, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí/RS, 2019.
- GARZELLA, Fabiana Aurora Colombo. **A disciplina de Cálculo I: análise das relações entre as práticas pedagógicas do professor e seus impactos nos alunos**. Tese de Doutorado, (Educação), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas/SP, 2013.
- GROSSI, Esther Pillar. **Piaget e Vygotski em Gérard Vergnaud: Teoria dos Campos Conceituais TCC**. Porto Alegre: GEEMPA, 2017.
- LIMA, Melina Silva de; SANTOS, José Vicente Cardoso. **A teoria dos campos conceituais e o ensino de cálculo**. Curitiba: Appris, 2015.
- MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 3. ed. rev. e ampl., 2016.
- MOREIRA, M. A. **A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área**. Porto Alegre: Investigações em Ensino de Ciências. v.7, n.1, p. 7-29, 2002.
- OTERO, Maria Rita; et al. **La teoría de los campos conceptuales y la conceptualización en el aula de matemática y física**. Buenos Aires: Dunken, 2014.
- REZENDE, W. M. **O ensino de cálculo: dificuldades de natureza epistemológica**. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2003.
- SILVA, Rodrigo Sychocki da; PINTO, Shéridan dos Reis, S. Funções quadráticas e tecnologias móveis: ações cooperativas em um experimento no ensino médio. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, 14(1), 108-125, 2019. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13317>.
- VERGNAUD, Gérard. A Classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In: CARPENTER, T. P.; MOSER, J. M.; ROMBERG, T. A. (Eds.). **Addition and subtraction: a cognitive perspective**. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum, p. 39-59, 1982.
- _____. Teoria dos Campos Conceituais. In: Nasser, L. (Ed.) **Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro**, p. 1-26. Rio de Janeiro, 1993.
- _____. Algunas ideas fundamentales de Piaget en torno a la didáctica. **Perspectivas**, v. XXVI, n. 1, p. 196-207, março 1996a.
- _____. A Teoria dos Campos Conceituais. In BRUN, Jean. **Didáctica das Matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, p. 155-191, 1996b.
- _____. A comprehensive theory of representation for mathematics education. **Journal of Mathematical Behavior**, v. 2, n. 17, p. 167-181, 1998.
- _____. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. Curitiba, Brasil: UFPR. **Educar em Revista**, n. Especial 1/2011, p. 15-27, 2011.





EMERGENCIA Y EVOLUCIÓN DE FORMAS DE PENSAMIENTO ADITIVO ASOCIADAS AL VECTOR CONTEO SIMPLE

EMERGENCE AND EVOLUTION OF ADDITIVE FORMS OF THINKING ASSOCIATED WITH THE SIMPLE COUNT VECTOR

EMERGÊNCIA E EVOLUÇÃO DE FORMAS DE PENSAMENTO ADITIVO ASSOCIADAS AO SIMPLES VECTOR DE CONTAGEM

Óscar Leonardo Pantano Mogollón* 

Cómo citar este artículo: Pantano-Mogollón, O. (2021). Emergencia y evolución de formas de pensamiento aditivo asociadas al vector conteo simple.. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 538-552. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16739>

Resumen

En este artículo se presentan algunas consideraciones teóricas y empíricas en relación con la emergencia y evolución de formas de pensamiento aditivo asociadas al vector conteo simple en la actividad realizada por un estudiante al abordar una tarea asociada al conteo de cantidades. La emergencia y evolución de formas de pensamiento aditivo asociadas al vector conteo simple está caracterizada por los medios semióticos de objetivación que son movilizados por el estudiante en la actividad que emerge al abordar la tarea. El análisis del episodio de actividad, a través de la metodología multi-semiótica, sugiere, primero, que las formas de pensamiento aditivo se actualizan en la actividad desarrollada por él, a través de las acciones corpóreas, la actividad perceptual, las expresiones lingüísticas enunciadas y los signos numéricos utilizados. Segundo, que estas formas evolucionan en paralelo a la manera como se desarrolla y evoluciona la actividad, puesto que en la actividad se evidencian momentos distintos pero complementarios, los cuales están determinados por el refinamiento de los medios semióticos de objetivación que son movilizados. Este refinamiento da lugar a la actualización de formas cada vez más elaboradas de percepción, gestualidad, simbolización y discursividad.

Palabras Chave: Actividad. Medios semióticos de objetivación. Contracción semiótica. Nodo semiótico. Actualización. Movimiento.

Abstract

This article presents some theoretical and empirical considerations about the emergence and evolution of additive thought forms associated with the simple counting vector in the activity carried out by a student when tackling a task associated with counting quantities. The emergence and evolution of additive thought forms associated with the

Recibido: 6 de agosto de 2020; aprobado: 26 de noviembre de 2020

* Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación con sede en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. Magíster en Docencia de la Matemática de la Universidad Pedagógica Nacional. Colombia. Email: olpantanom@correo.udistrital.edu.co – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0290-5068>

simple counting vector is characterized by the semiotic means of objectification mobilized by the student in the activity that emerges when approaching the task. The analysis of the episode, through the multi-semiotic methodology, suggests, first, that the additive thought-forms are updated in the activity developed by him, using the bodily actions, the perceptual activity, the enunciated linguistic expressions, and the numerical signs used. Second, these forms evolve parallelly with the activity developing and evolves in different but complementary moments during the activity, determined by the refinement of the semiotic means of objectification. This refinement gives rise to the updating of increasingly elaborate forms of perception, gestures, symbolization, and discursiveness.

Keywords: Activity. Semiotic means of objectification. Semiotic contraction. Semiotic node. Actualization. Movement.

Resumo

Este artigo apresenta algumas considerações teóricas e empíricas em relação ao surgimento e evolução de formas de pensamento aditivo associadas ao simples vector de contagem na atividade realizada por um estudante, ao abordar uma tarefa associada à contagem de quantidades. A emergência e evolução de formas de pensamento aditivas associadas ao simples vector de contagem é caracterizada pelos meios semióticos de objetivação que são mobilizados pelo estudante emergindo ao aproximar-se da tarefa. A análise do episódio, através da metodologia multi semiótica, sugere, em primeiro lugar, que as formas de pensamento aditivo são atualizadas na atividade por ele desenvolvida, através das ações corporais, da atividade perceptiva, das expressões linguísticas enunciadas e dos sinais numéricos utilizados. Segundo, que estas formas de pensamento aditivo evoluem em paralelo com o desenvolvimento do processo, uma vez que na atividade são evidentes momentos diferentes, mas complementares, que são determinados pelo refinamento dos meios semióticos de objetivação que são expressados. Esta melhora dá origem à atualização de formas de percepção, gesto, simbolização e discursos cada vez mais elaborados.

Palavras chave: Atividade. Meios semióticos de objetivação. Contração semiótica. Nodo semiótico. Atualização. Movimento.

1. Introducción

El desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes se ha constituido en *uno* de los tantos fines de la formación en matemáticas en los diferentes niveles de escolaridad. Ante este fin, surgen cuestionamientos como: ¿qué es el pensamiento de un hombre? ¿cómo se conceptualiza el pensamiento matemático desde la didáctica de las matemáticas o desde la

educación matemática?, ¿cómo puede observarse la manifestación y evolución del pensamiento matemático? Sin duda en la literatura hay una gran variedad de respuestas a estos cuestionamientos. Sin embargo, en este artículo presentamos *una alternativa* a la conceptualización del pensamiento de un hombre, del pensamiento matemático y del pensamiento aditivo desde una concepción materialista dialéctica. Lo anterior, con el propósito de poner en evidencia cómo un

estudiante materializa y transforma su pensamiento matemático, más específicamente, las formas de pensamiento aditivo que son actualizadas al abordar una tarea asociada al conteo. La actualización de estas formas está determinada por las acciones corpóreas, los gestos, la actividad perceptual, las enunciaciones, los artefactos y los signos que son movilizados y refinados por el estudiante. A través del contenido de este artículo y de las evidencias empíricas queremos poner en

Toda la actividad razonable del hombre está constituida por un combate constante, el combate contra la lucha por la existencia, para que todas personas de la tierra puedan satisfacer sus necesidades, para que no conozcan la privación, el hambre ni la muerte lenta. (LEONTIEV, 1986, p. 4)

Estas formas de actividad emergen de una “actividad práctica-objetiva, productiva: el trabajo” (DAVYDOV, 1978, p. 279), puesto que es a través del trabajo que los individuos encarnan y fijan en el mundo las formas de esa actividad. LEONTIEV (1986, p. 5) afirma que “la actividad del hombre difiere de la del animal, es creadora y productiva. Lo cual es cierto, sobre todo, respecto de su principal actividad, el trabajo”. En la realización de esta actividad creadora y productiva los hombres no solamente se conforman con adaptarse a la naturaleza, la transforman en función de sus necesidades de evolución, constituyéndose así en la fuente de todas las formas de asimilación y apropiación de la realidad. DAVYDOV (1978, p.p. 293-294, énfasis en el original) plantea que “la naturaleza interviene como objeto del conocimiento humano sólo gracias a que se incorpora a la actividad objetiva-transformadora, productiva, en la práctica, convirtiéndose en naturaleza *humanizada*”.

El trabajo es la condición básica y fundamental de toda la vida humana, a tal punto que éste ha constituido al propio hombre, por ejemplo, sus manos se han ido perfeccionando a través del trabajo, posibilitando así que el hombre adquiera nuevas facultades motrices que humanizan su

campo motor y que lo diferencian del de otros mamíferos. VARELA (1971, p. 104, énfasis en el original) afirma que “la mano no es sólo el órgano del trabajo; es *también producto de él*”. Al igual que la mano los otros órganos de los sentidos, del hombre, han venido estimulándose, evolucionando y perfeccionándose lenta pero firmemente a través del trabajo, posibilitando así que el hombre se constituya y sea lo que es gracias a su participación en esta actividad.

Para abordar la tercera categoría central de la definición, es necesario preguntarnos ¿cómo son encontradas o apropiadas esas formas de actividad por el hombre? La respuesta a esta pregunta está asociada a la categoría expuesta con anterioridad, el trabajo. Así como las formas de actividad emergen en el trabajo humano, también son encontradas y apropiadas por los hombres en la realización de éste. Los hombres de cada generación en su participación en el trabajo tropiezan con una variedad de aptitudes, métodos, conocimientos y fenómenos que han sido creados por las generaciones precedentes. Al tropezarse con esta variedad hacen que ésta se encarne en el mundo y que se constituya en objeto de conciencia y entendimiento, posibilitando así que sea encontrada y apropiada por ellos. Los hombres sólo pueden apropiarse de las formas de actividad gracias a su vinculación y participación en el trabajo, puesto que es a través de éste que ellos actualizan los rasgos esenciales de la actividad humana que han sido cristalizados en los objetos materiales y espirituales a lo largo de la historia por innumerables generaciones de hombres (LEONTIEV, 1986).

Ahora bien, si consideramos los planteamientos expuestos con anterioridad se puede precisar que *el pensamiento del hombre no es atemporal, ahistórico y acultural*, más específicamente, no es independiente del trabajo humano. Al contrario, es a través de “los modos históricos y culturalmente formados de esa actividad, transformadora de la naturaleza, [que] se constituyen y funcionan todas las formas de pensamiento” (DAVYDOV, 1978,

p.p. 279-280). Formas que son el producto del desarrollo histórico cultural de la humanidad.

A través de esta concepción materialista dialéctica del pensamiento del hombre y algunos de sus rasgos característicos expuestos con anterioridad, se pretende alejarse de las doctrinas psicológicas tradicionales que interpretan el pensamiento, su estructura y desarrollo evolutivo al margen del proceso histórico. Así mismo, de aquellas posturas teóricas que interpretan el pensamiento al margen de los jalones esenciales de su filogénesis. Por ejemplo, DAVYDOV (1978, p. 279) ya había llamado la atención en la idea de que “una de las debilidades fundamentales de la psicología infantil y pedagógica tradicional radicaba en no considerar el pensamiento del individuo como una función históricamente desarrollada del “auténtico sujeto” de la misma, una función que es aprendida por él”.

En consecuencia, si hemos logrado hacer una aproximación a la caracterización del pensamiento de un hombre desde una concepción materialista dialéctica no podemos dejar atrás la caracterización del pensamiento matemático y del pensamiento aditivo desde esta concepción. Es por esta razón, que consideramos, que una manera de abordar el pensamiento matemático es asumiendo los planteamientos propuestos por RADFORD (2015), en particular su caracterización del pensamiento matemático como el movimiento del *thought* y su distinción entre *thought* y *thinking*, puesto que estas categorías conceptuales se encuentran en estrecha relación con las características expuestas con anterioridad del pensamiento de un hombre, como mostraremos a continuación.

2.2. Una aproximación a la caracterización del pensamiento matemático y del pensamiento aditivo.

Con el propósito de caracterizar el pensamiento matemático, centraremos la atención, inicialmente, en la distinción entre el *thought* y el *thinking* y posteriormente en la mediación entre estas dos categorías conceptuales. RADFORD (2015, p. 69) afirma que “el *thought* es potencialidad, pura

posibilidad; algo indefinido, sin forma”. El *thought* es la fuente del movimiento, se encuentra a disposición de los individuos como una capacidad para hacer algo y que sólo a través del movimiento se materializa en el mundo, constituyéndose así en objeto de conciencia y entendimiento de los individuos. Esta disposición no es ajena e independiente de ellos. Al contrario, se encuentra en el mundo, es dependiente de su experiencia sensual, corporal y material (RADFORD, 2003; 2009; 2015).

Por su parte, RADFORD (2015, p. 70) define el *thinking* como “la materialización o actualización del *thought*”, es decir, la ocurrencia real y concreta de aquello que antes de ponerse en movimiento era pura posibilidad, algo indefinido y sin forma. Complementando esta definición RADFORD (2015, p. 71) plantea que “el *thinking* sólo puede llegar a existir como el resultado del movimiento del *thought*”. Es a través del movimiento que el *thought* va transformándose en *thinking*. Pero esa existencia no quiere afirmar que el *thinking* habite en un mundo independiente de la experiencia de los individuos, como formas universales y atemporales o cosas en sí mismas.

Nótese, que el *thinking* no puede coincidir en su globalidad con el *thought*. Quizás una manera complementaria de abordar la distinción entre el *thought* y el *thinking* es retomar la caracterización que hace RADFORD (2013a, 2017) del conocimiento como *déficit* y exceso. RADFORD (2013a, 2017) caracteriza que el conocimiento es siempre *déficit*, puesto que la actualización del saber, general, es siempre un singular que no puede capturarlo en su globalidad. Así mismo, que el conocimiento es exceso, dado que adquiere contenido conceptual concreto, es decir, materialidad sensible, posibilitando así, superar al saber como algo que es indefinido y sin forma.

De lo anterior, proponemos concebir que el *thinking* es *déficit* y a la vez exceso, puesto que el *thinking* es una forma singular de tantas formas que puede adquirir el *thought* como producto de su movimiento a través de la *actividad sensual*,

corporal y *material* de los individuos, es decir, de las acciones que se constituyen a través del cuerpo, de los cinco sentidos y del uso de objetos físicos. Así mismo, el *thinking* es la ocurrencia real y concreta del *thought*. Ocurrencia que emerge y se encarna en el mundo como una actualización de la síntesis cultural e históricamente codificada de formas de reflexionar, actuar y tratar con el mundo y con los otros (RADFORD, 2015). Aquí es importante resaltar que la síntesis se concibe como una labor codificada. Sin embargo, con ello no queremos afirmar que esta labor no esté en la capacidad de ser transformada. Al contrario, siempre se encuentra en perpetuo devenir.

Ahora bien, es necesario preguntarnos: ¿cómo emerge u ocurre la mediación entre el *thought* y el *thinking*? Para dar solución a esta pregunta es indispensable esclarecer la conceptualización de mediación que asumiremos. Es por esta razón, que retomaremos los planteamientos de HEGEL (2009) asociados al sentido que le es asignado a este constructo teórico. “La mediación es tomar algo como un principio e ir hacia adelante a una segunda cosa, de modo que la existencia de esta segunda cosa depende de lo que hayamos alcanzado por medio de algo más que se distinga de ella” (HEGEL, 2009, p. 115). Esta definición precisa que la mediación es un proceso dinámico de transformación, de movimiento de un algo, la fuente del movimiento, la potencialidad, hacia una cosa que está compuesto de ese algo, la materialización o actualización de la potencialidad que es puesta en movimiento. En el curso de esa transformación, la cosa no emerge como algo inmediato, esa cosa que se obtiene no sólo lleva encarnada la historia de su mediación sino también las trazas de sus condiciones de posibilidad (RADFORD, 2015).

En el caso específico de la mediación entre el *thought* y el *thinking*, el carácter mediador lo constituye la actividad práctica humana (RADFORD, 2015). Es a través de la actividad humana que el *thought* es actualizado en el *thinking*, es decir, la actividad se constituye en el modo de existencia de la

potencialidad en algo concreto, cuya existencia no se encuentra en la mente de los individuos sino en el mundo concreto, como un *fenómeno material, corporal, encarnado y sensual*. Es necesario precisar que al mencionar los adjetivos material, corporal, encarnado y sensual queremos hacer énfasis en que el *thinking* se constituye, se encarna y se expresa a través de acciones corpóreas, de la actividad perceptual, de las palabras enunciadas, del uso de signos y de objetos físicos. La Figura 1 trata de capturar la relación entre el *thought*, el *thinking* y la *activity*.

Ahora bien, algunas de las relaciones que se pueden destacar entre la caracterización del pensamiento de un hombre desde una concepción materialista dialéctica y la caracterización del pensamiento matemático desde los planteamientos de RADFORD (2015) giran alrededor de los siguientes aspectos: El primero de ellos refiere al atributo fundamental

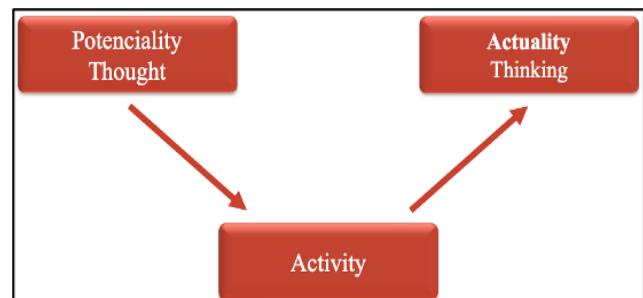


Figura 1. El *thinking* como la actualización del *thought* a través de una *activity* mediadora. Fuente: RADFORD, 2015.

que los caracteriza, el *movimiento*, es a través de éste que tanto el pensamiento de un hombre como el pensamiento matemático están impregnados de un carácter dinámico, es decir, que se encuentra en constante devenir. En una sola frase, *el movimiento es el modo de existencia del pensamiento tanto de un hombre como del pensamiento matemático de un hombre*.

El segundo aspecto refiere a lo que se pone en movimiento. Recordemos dos ideas centrales; la primera, que en la definición del pensamiento de un hombre lo que se pone en movimiento son las formas de actividad que han sido constituidas histórica y culturalmente por la sociedad. La

segunda, que en la definición de pensamiento matemático lo que se pone en movimiento es el *thought*, es decir, la síntesis cultural e históricamente codificada de formas de reflexionar, actuar y tratar con el mundo y con los otros (RADFORD, 2015). Lo que se pone en movimiento involucra categorías distintas porque en una de ellas se mueven formas de actividad mientras que, en la otra, formas de reflexionar, actuar y tratar con el mundo y con los otros. Es en esta última categoría, que se añade de manera explícita un elemento indispensable en la constitución y evolución del pensamiento, al Otro y a la Otredad. Pero, no exclusivamente al otro como sujeto de carne y hueso, sino también a la expresión de los sujetos que ha quedado cristalizada en sus producciones materiales, espirituales, estéticas, entre otras.

El tercer aspecto refiere a la manera como son apropiadas o actualizadas esas formas de actividad, de reflexionar, actuar y tratar con el Otro y la otredad, puesto que únicamente pueden darse a través de la actividad laboral que despliegan los individuos. En este sentido, la actividad laboral ejerce su mediación, en dos sentidos, primero haciendo posible que los individuos traigan al mundo material, sensual y concreto, las formas de pensamiento que han sido constituidas histórica y culturalmente, y, segundo haciendo posible que estas formas sean encontradas por ellos, es decir, que se constituyan en objeto de conciencia y entendimiento.

Es necesario precisar que la actividad determina las formas de pensamiento que son actualizadas y que se constituyen en objeto de conciencia. Es decir, las formas de pensamiento llevan encarnada la huella de la actividad que las media, ocasionando así, que algunas de las formas de pensamiento se manifiesten en determinado sentido y se concreticen de determinada manera. Para comprender mejor esta idea, es necesario retomar los planteamientos propuestos por RADFORD (2017) en relación con la manera como el conocimiento es mediado por la actividad. RADFORD (2017, p. 107) afirma que “la actividad demarca la manera en la que el saber se

manifiesta en conocimiento”. De manera análoga, se puede afirmar que las formas de pensamiento matemático serán materializadas y encarnadas de acuerdo con la actividad que desplieguen los individuos.

Finalmente, y basándonos en las conceptualizaciones descritas con anterioridad proponemos que el pensamiento aditivo es el movimiento de formas de actividad, asociadas al conteo y comparación de cantidades, a la representación y designación de cantidades-números, a la agregación de cantidades-números y a la determinación de diferencias entre cantidades-números, que han sido constituidas histórica y culturalmente por las generaciones precedentes. Por ejemplo, actividades en las cuales los hombres han tenido que “ocuparse constantemente con las más diversas cantidades de objetos (la cantidad de pájaros o bestias matadas en la caza, la cantidad de peces capturados, la cantidad de animales domados y similares)” (KILPATRICK et al. 1975, p. 44). Así mismo, actividades que han emergido de “problemas de inventario, de reparto y trueque que surgieron en la práctica [en la actividad humana] [y que] exigieron de medios cada vez más precisos de análisis numérico de estas cantidades de objetos para poder compararlas” (KILPATRICK et al. 1975, p. 44). La actualización del pensamiento aditivo ocurre a través de la actividad, la cual pone en movimiento al pensamiento aditivo, lo trae a la vida, constituyéndose así en objeto de conciencia y de entendimiento para los estudiantes y para los profesores.

3. Metodología y análisis de datos correspondiente a un episodio de la actividad.

Los datos de investigación que presentamos están vinculados a la investigación titulada *Formas de pensamiento aditivo en estudiantes de tercero de primaria (8-9 años): Una aproximación desde la Teoría de la Objetivación*¹. Esta investigación está orientada por la pregunta ¿Qué formas de

¹ Esta investigación se inscribe y se desarrolla en el marco del programa académico Doctorado Interinstitucional en Educación con sede en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, ubicada en la ciudad de Bogotá.

pensamiento aditivo aparecen, son producidas, a través del encuentro con saberes históricos-culturales aritméticos en la labor conjunta entre estudiantes de tercer grado de Educación Básica Primaria y el profesor durante la resolución de tareas de tipo aditivo en los naturales? Con el propósito de poner en movimiento esta pregunta de investigación se ha propuesto como objetivo general caracterizar las formas de pensamiento aditivo que aparecen a través del encuentro con saberes histórico-culturales aritméticos en la labor conjunta entre estudiantes de tercer grado de Educación Básica Primaria y el profesor durante la resolución de tareas de tipo aditivo en los naturales. Esta investigación está enmarcada en un enfoque de investigación cualitativa, de tipo descriptivo e interpretativo (ERNEST, 1991).

La investigación se desarrolló con 35 estudiantes de tercer grado de Educación Básica Primaria de una institución educativa de carácter oficial y público de la localidad de Usme, perteneciente a la ciudad de Bogotá. Así mismo, se realizó en el transcurso de las sesiones de la clase de matemáticas que hacen parte del programa institucional propuesto por la institución. Cada sesión tenía una duración de 120 minutos. Éstas eran dirigidas por la profesora titular de la asignatura de matemáticas.

La recolección de la información se realizó en cuatro fases teniendo en cuenta las orientaciones de MIRANDA, RADFORD, GUZMÁN (2007). La primera fase corresponde a la grabación en video y audio de la actividad en el aula de clase. Se utilizaron dos cámaras de video, las cuales registraron la actividad que emergió entre los estudiantes y la profesora durante toda la resolución de cada una de las tareas propuestas. La segunda fase corresponde a la obtención de las hojas de trabajo y a la toma de fotografías de las anotaciones realizadas en el tablero. El análisis de las grabaciones en video y audio constituyen la tercera fase. Finalmente, la cuarta fase está asociada a la realización de transcripciones del discurso verbal y no verbal, es decir, de las acciones multimodales que fueron movilizadas

por los estudiantes y la profesora.

El análisis de los datos de investigación se enmarca en la metodología multi-semiótica (RADFORD, BARDINI, SABENA, 2006; 2007). En esta metodología se centra la atención en las relaciones, la dialéctica y la dinámica entre lo enunciado, los gestos, el ritmo, la actividad perceptual, la postura corporal, el uso de signos y artefactos (RADFORD, BARDINI, SABENA, 2006). El análisis de los datos es refinado a través de la articulación de las diferentes fuentes de información con el propósito de rastrear las relaciones y refinamientos entre los diferentes medios semióticos de objetivación² que son movilizados por los estudiantes para materializar su pensamiento matemático. De acuerdo con RADFORD (2012b, p. 120)

El pensamiento es una práctica social tangible materializada en el cuerpo (por ejemplo, a través de acciones kinestésicas, gestos, percepción, visualización), en el uso de signos (por ejemplo, símbolos matemáticos, gráficos, palabras escritas y habladas) y artefactos de diferentes tipos (reglas, calculadoras, etc.).

4. Resultados

Inicialmente, la profesora hace una presentación general de la tarea ante el grupo de estudiantes. Ella enfatiza en cada uno de los ítems, las preguntas y acciones asociadas a cada uno de éstos y la manera cómo se debe proceder en su solución, resaltando que la tarea debe ser resuelta de manera individual con el propósito de que se familiaricen con cada uno de los ítems propuestos en ésta y emerjan formas de reflexión, acción y expresión para dar solución a la misma. Una vez son revisados los ítems de manera individual se conforman pequeños grupos de trabajo con el propósito de discutir y unificar las formas de reflexión, acción y expresión que fueron utilizadas de manera individual. Cada estudiante dispone de sus propias hojas de trabajo, en las cuales se encuentra consignada una imagen

² Son aquellos recursos materiales, corpóreos, lingüísticos y simbólicos a los que recurren los estudiantes y profesores para hacer aparente algo frente a ellos, para hacer evidentes sus intenciones y para llevar a cabo sus acciones con el propósito de alcanzar la meta de sus actividades (RADFORD, 2003; 2009).

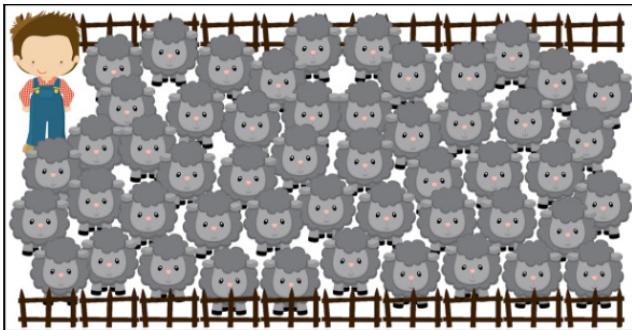


Figura 2. Dibujo correspondiente al rebaño de ovejas y enunciado del ítem número uno. Fuente: PANTANO. Tarea1.

del rebaño de ovejas (ver Figura 2), junto con cada uno de los ítems que conforman la tarea.

En este episodio de la actividad se presenta, específicamente, la manera como el estudiante Carlos aborda el primer ítem de la tarea, resaltando las formas de reflexión, acción y expresión utilizadas por él, las cuales dan cuenta de las formas de pensamiento aditivo que han sido constituidas histórica y culturalmente por las generaciones precedentes y que emergen y se actualizan en la actividad que él desarrolla de manera individual³. El primer ítem, consiste en ayudarle a Willy, el granjero, a determinar la cantidad de ovejas que hay en el rebaño.

A continuación, presentamos el diálogo que emerge entre la profesora y Carlos.

Línea 1. Profesora: Primero [Refiriéndose al primer ítem]. Ayúdale a Willy, el granjero, a determinar la cantidad de ovejas que hay en el rebaño.

Línea 2. Carlos: Las contamos.

Línea 3. Profesora: Cada uno de manera individual va a hacer esa actividad y yo voy a pasar mirando como lo están haciendo.

Línea 4. Carlos: ¿Cómo así? ¿Tenemos que contarlas? [Interrumpe a la profesora, dirigiendo su mirada a ella].

Línea 5. Profesora: Entonces dice: Ayúdale a Willy a contar. [Observa atentamente las acciones realizadas por Carlos mientras que termina su intervención.

³ Aunque Carlos esté abordando la tarea de manera individual, él no está solo porque está recurriendo a recursos históricos, culturales y sociales, por ejemplo, el lenguaje, la escritura, el uso de signos numéricos, el lápiz, etc. que hacen que su actividad sea una actividad social.

Carlos inicia el conteo de las ovejas antes de que la profesora resuelva su pregunta].

Línea 6. Carlos: Uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once, [...] [Colpea con su lápiz el dibujo de cada una de las ovejas que simultáneamente que enuncia cada palabra que refiere a cada uno de los números naturales desde el uno hasta el once]. [Al contar la oveja número once hace una pausa para determinar con certeza cuál es la oveja que inmediatamente debe ser contada. Para ello, levanta su cabeza desplazándola de derecha a izquierda en varias ocasiones]. Doce, trece, catorce, quince, dieciséis. [Colpea con su lápiz el dibujo de cada una de las ovejas simultáneamente que enuncia cada palabra que refiere a cada uno de los números desde el doce hasta el dieciséis. Cada golpe realizado sobre la hoja de trabajo emite un sonido]. ¡Ah! [Al contar la oveja número dieciséis manifiesta verbalmente su insatisfacción, la cual acompaña llevando su mano derecha a su cabeza].

Línea 7. Carlos: Uno, dos. [Inicia nuevamente el conteo de las ovejas, golpeando con su lápiz a cada una de éstas simultáneamente que enuncia la palabra uno y dos]. Uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, once, doce, trece, catorce, quince, dieciséis, diecisiete, dieciocho, diecinueve, veinte... [Simultáneamente que enuncia cada palabra que refiere a los números desde el uno hasta el veinte escribe en cada una de las ovejas el número que ha sido enunciado].

Fuente. Diálogo entre la profesora y Carlos
PANTANO, Transcripción 1.

Una vez que la profesora termina de leer el primer ítem Carlos afirma de manera espontánea que se deben contar las ovejas [L2]. Esta expresión utilizada por él manifiesta tanto la forma cómo está reflexionando la tarea como la acción que desarrollaría para solucionarla, dado que él reconoce que a través de esta estrategia puede determinar con certeza la cantidad de ovejas que Willy tiene en su rebaño. Posiblemente este reconocimiento sea el producto de procesos de conteo que ha llevado a cabo con anterioridad

y que le han permitido determinar con éxito el cardinal de una colección.

Sin embargo, cuando la profesora hace énfasis en la manera cómo debe ser resuelto el primer ítem Carlos se cuestiona acerca de si las ovejas deben ser contadas [L3-L4]. La profesora para dar solución a su pregunta sintetiza el primer ítem, usando la expresión Ayúdale a Willy a contar. Una vez que termina de mencionar la palabra ayúdale Carlos inicia el conteo de las ovejas que se encuentran en el rebaño, ocasionado así, que la profesora centre su atención en las acciones realizadas por él, con el propósito de verificar que Carlos está comprendiendo el ítem propuesto [L5].

De esta manera, Carlos comienza a contar las ovejas del rebaño por filas, de izquierda a derecha, iniciando por aquella que se encuentra en la parte superior del rebaño (ver Figura 2). Esta forma de proceder con el conteo se constituye en una estrategia sistemática de conteo que le permite establecer un orden en el conteo, garantizando así, que posiblemente ninguna oveja quede sin ser contada o sea contada más de una vez.

Carlos al contar, una a una, a las ovejas, golpea con su lápiz el respectivo dibujo, dejando un leve trazo en cada uno. Esta acción es acompañada simultáneamente por la enunciación de la palabra que refiere al número que representa la cantidad de ovejas que se ha obtenido al *añadir* una unidad a las que se habían contado inmediatamente con anterioridad. Aquí las palabras enunciadas vienen a apoyar sus acciones corpóreas. En este sentido, la acción de golpear con el lápiz a cada una de

las ovejas y de enunciar cada una de las palabras que refieren a los números naturales le permite actualizar en la actividad, una forma de pensar matemáticamente la correspondencia uno a uno entre los elementos de las dos colecciones que están siendo comparadas. La colección conformada por las ovejas y la colección conformada por las palabras que refieren a los números naturales.

Carlos al realizar cada golpe con el lápiz, está sintiendo la producción de este gesto. No sólo a través de cada sonido que emite el lápiz al golpear el dibujo de cada una de las ovejas, sino también, a través del desplazamiento de éste de izquierda a derecha y de la actividad perceptual con la que sigue cautelosamente tanto el desplazamiento del lápiz como el golpe realizado por éste. Esta secuencia de golpes, de desplazamientos del lápiz de izquierda a derecha en hilera y de enunciaciones de las palabras que refieren a los números naturales es acompañada por una intensa actividad perceptual, que constantemente lucha por diferenciar entre la multitud de ovejas, aquellas que han sido contadas de aquellas que no. VERGNAUD (1991, p. 102) plantea que

[...] la recitación de la serie numérica se acompaña de gestos manuales y movimientos de los ojos, que muestran que el niño ejerce su actividad al establecer una correspondencia entre el conjunto de los objetos, por una parte, y la serie numérica, por la otra.

La coordinación de acciones corpóreas, lingüísticas y perceptuales realizadas por Carlos, se constituye

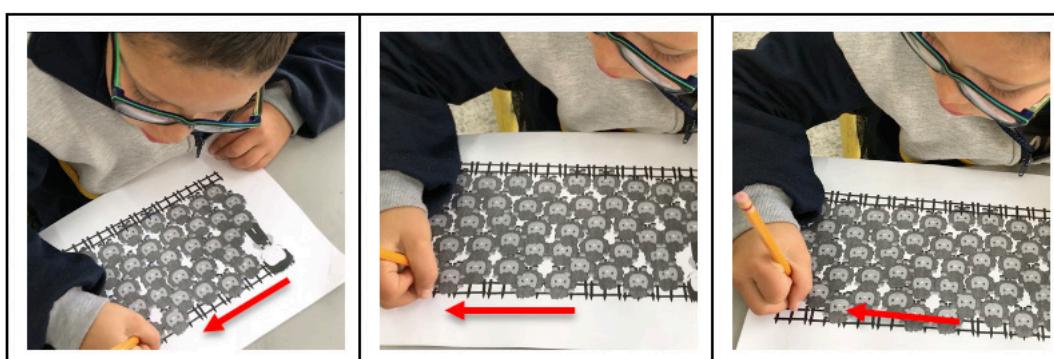


Figura 3. Secuencia de golpes y deslizamientos del lápiz de izquierda a derecha para contar la primera hilera de ovejas. **Fuente:** AUTOR, 2019. Tarea 1.

en un nodo semiótico (RADFORD, 2009), es decir, un segmento de la actividad de enseñanza-aprendizaje en la que signos que provienen de diferentes sistemas semióticos (RADFORD, 2003) se complementan para hacer emergir una toma de conciencia. Para este caso, una toma de conciencia en relación con la manera cómo la tarea está siendo abordada desde un punto de vista aditivo. Para clarificar por qué la tarea es abordada desde un punto de vista aditivo, es necesario detenernos por un momento para considerar los planteamientos derivados de las investigaciones históricas que ha desarrollado Peter Damerow. DAMEROW (1996) señala que en la aritmética del antiguo Egipto fue empleada la representación de un número a través de un signo individual, el signo para la unidad, el cual mediante su iteración permite construir otros números. Profundizando en esta idea, DAMEROW (1996, p. 191) plantea que “el principio dominante para construir números en tal sistema de signos es la seriación, y aquí la seriación significa adición. Por lo tanto, podríamos llamar a esta forma de representación; representación constructivoaditiva”.

Con base en estos planteamientos se puede afirmar que en las formas de reflexión y acción movilizados por Carlos para dar solución a la tarea está emergiendo una seriación, es decir, una adición. Adición que es actualizada a través de cada uno de los golpes, signo individual y su iteración, que realiza en cada una de las ovejas y que se adicionan a los que han sido realizados inmediatamente con anterioridad. Pero que, a su vez, es coordinada y refinada por cada una de las palabras que refieren a los números naturales, las cuales también se constituyen en signos individuales que son iterados.

De este modo, en la actividad matemática realizada por Carlos son puestas en movimiento y actualizadas formas de pensamiento aditivo que han sido constituidas cultural e históricamente en la actividad laboral realizadas por las generaciones precedentes, tales como resolver sistemáticamente problemas que implican conteo y medición en

tareas asociadas a la administración del Imperio del Antiguo Egipto, el control constante del número de animales domésticos, el almacenamiento y contabilización de los alimentos, entre otras (DAMEROW, 1996; KILPATRICK et al. 1975).

Ahora bien, al momento de querer contar la oveja número doce, Carlos recurre a su actividad perceptual para delimitar un nuevo orden en el conteo, puesto que las ovejas que conforman la primera hilera han sido contadas por completo. Es por esta razón, que él levanta su cabeza para visualizar en su totalidad al rebaño. Seguido acompaña esta acción, desplazándola de derecha a izquierda, con el propósito de establecer, primero, el enlace entre la última oveja contada y la que será contada inmediatamente y, segundo, la hilera de ovejas que se puede formar a partir de ésta.

Una vez es delimitada la oveja número doce continúa con el conteo de la segunda hilera, de izquierda a derecha, golpeando con el lápiz a cada una de ellas. Acción que coordina con la enunciación, simultáneamente, de cada palabra que refiere al número que representa la cantidad de ovejas que se ha obtenido al añadir una unidad a las que se habían contado inmediatamente con anterioridad [L6]. No obstante, al pronunciar la palabra que refiere al número dieciséis, Carlos a través de la expresión ¡Ah! y de la movilización de su mano derecha hacia su cabeza manifiesta su limitación, por una parte, para diferenciar aquellas ovejas que han sido contadas, golpeadas con el lápiz, de aquellas que no y, por otra parte, para mantener un orden o trayecto espacial a seguir en el conteo.

Su limitación radica en la multitud y disposición espacial en la que se encuentran las ovejas en el rebaño, en la cercanía entre una y otra, y en que todas tienen el mismo color y tamaño, haciendo imposible seguir un orden en el conteo y diferenciar unas de otras con más facilidad. No obstante, la limitación puede estar fuertemente influenciada por el hecho de que el golpe con el lápiz deja una leve huella en cada una de las ovejas que no posibilita perceptualmente diferenciarlas. Es por

esta razón, que Carlos decide iniciar nuevamente con el conteo de las ovejas, reiterando las acciones realizadas con anterioridad [L7].

En este punto es necesario resaltar que en la actividad matemática desarrollada por Carlos las formas de reflexión y acción para dar solución a la tarea no se encuentran en su mente. Todo lo contrario, estas formas se actualizan en el mundo concreto, como fenómeno material, corporal y sensual. Nótese que esta actualización está determinada, particularmente, por acciones corpóreas, golpes con el lápiz, deslizamientos de izquierda a derecha de éste, enunciación de las palabras que refieren a los números naturales y actividad perceptual.

Sin embargo, la actividad matemática desarrollada por Carlos es transformada, es decir, evoluciona, puesto que los golpes con el lápiz son *modificados* y *refinados* por el uso de los signos numéricos que representan a los números naturales. En esta modificación y refinamiento subyace una contracción de la actividad semiótica movilizada por Carlos que le permite alcanzar niveles más profundos de conciencia en relación con las formas de reflexión y acción utilizadas inicialmente para resolver la tarea. Este refinamiento, en armonía con los planteamientos de la Teoría de la Objetivación es denominada por RADFORD (2012a) contracción semiótica.

Carlos con el propósito de reiniciar el conteo de las ovejas reitera las acciones desarrolladas con anterioridad para las primeras dos ovejas [L7]. Sin embargo, cambia radicalmente la forma de

realizar el conteo, puesto que toma conciencia de que esta forma de abordar la tarea no es sistemática, ni permite obtener garantías de éxito en el establecimiento de correspondencias uno a uno entre cada una de las palabras que refieren a los números naturales y cada una de las ovejas. De esta manera, Carlos empieza a escribir en cada una de las ovejas los signos numéricos que representan los números naturales, dejando así una huella en el tiempo y en el espacio, la cual puede contemplar, utilizar y mencionar una y otra vez. Esta acción de escribir le permite, sin ningún inconveniente, diferenciar aquellas ovejas que han sido contadas de aquellas que no. Esta escritura de los números es acompañada simultáneamente por la enunciación de cada palabra que refiere al número que representa la cantidad de ovejas que se ha obtenido al añadir una unidad a las que se habían contado inmediatamente con anterioridad. En este segmento de la actividad matemática el uso de los signos numéricos o como lo ha denominado PANTANO (2014) conteo escrito⁴ se constituye en un sofisticado medio semiótico de objetivación que le permite a Carlos organizar sus acciones. Este medio semiótico de objetivación le posibilita diferenciar con exactitud las ovejas que han sido contadas hasta el momento de aquellas que no, puesto que es consignada en cada una de

⁴ Este medio semiótico de objetivación ofrece una manera eficiente de determinar el tamaño de una colección sin importar su organización espacial y su numerosidad. Conteos que pueden llegar a ser más difíciles, usando otros medios semióticos de objetivación como los señalamientos sin huella o a través de la actividad perceptual.

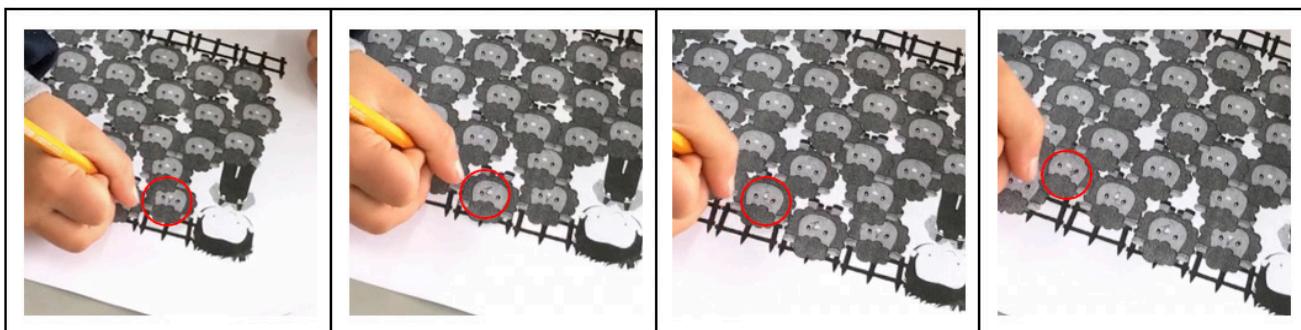


Figura 4. Secuencia de trazos de los signos numéricicos (1, 2, 3, 4) en las cuatro primeras ovejas del rebaño. **Fuente:** AUTOR, 2019. Tarea 1.

ellas una marca distintiva. Esta marca, además, de quedar encarnada en el tiempo y en el espacio, se convertirá en objeto de conciencia y reflexión. Adicionalmente, esta marca captura el cardinal de ovejas que han sido contadas en cualquier momento de la actividad matemática, lo cual contribuye, en gran medida, a que no sea necesario retomar continuamente el conteo desde la primera oveja, debido a la constante dificultad que se presentan para diferenciar las que han sido contadas de aquellas que no, como le sucedía a Carlos cuando simplemente golpea con el lápiz a cada una de ellas.

En este punto es necesario resaltar que la manera de observar el rebaño por parte de Carlos es modificada, puesto que su atención ya no recae por completo en las ovejas y su distribución en la hoja de trabajo sino en los signos numéricos que han sido consignados en éstas. En este sentido, la manera de observar de Carlos es más refinada, al parecer él hace un trabajo de observación en el terreno fenomenológico. En términos de RADFORD (2013b), hay evidencias de una serie de determinaciones sensibles que sugieren una domesticación del ojo.

Por su parte, DAVYDOV (1978, p. 288) plantea que "en los órganos de los sentidos se desarrollaron formas de actividad que aseguraban el planteamiento y regulación de complejos procedimientos y manipulaciones del hombre con los objetos y medios de trabajo". En este sentido, Carlos a través del órgano del sentido de la vista y más específicamente, a través de su actividad perceptual, está desarrollando formas de actividad asociadas a la manera de determinar el cardinal de una colección.

Carlos con el propósito de determinar la cantidad de ovejas que tiene Willy, continúa reiterando las formas de reflexión y acción que han sido actualizadas por él en la actividad. En este sentido, a medida que va enunciando cada palabra que refiere a los números naturales los va escribiendo en cada una de las ovejas [L7]. Formas de reflexión y acción que le posibilitan a Carlos dar solución

con éxito a la tarea propuesta por la profesora y que se han constituido histórica y culturalmente en la actividad de las generaciones de hombres precedentes.

Vale la pena resaltar que la actividad que emerge está caracterizada por *dos momentos distintos pero complementarios*. LEONTIEV (2009) afirma que la actividad es un sistema en constante desarrollo. Estos *momentos* se encuentran determinados por los medios semióticos de objetivación movilizados y en consecuencia por una toma de conciencia distinta. El primer *momento* está asociado al conteo de las ovejas a través de medios semióticos de objetivación primarios, es decir, por acciones corpóreas, tales como: golpear con le lápiz cada una de las ovejas, desplazarlo de izquierda a derecha sobre la hoja de trabajo, enunciar las palabras que refieren a los números naturales y la actividad perceptual.

El segundo *momento*, corresponde a la enunciación de las palabras que refieren a los números naturales, la escritura de los signos numéricos en cada una de las ovejas y a la observación de éstos. Este segundo *momento* está caracterizado por un refinamiento de los medios semióticos de objetivación primarios y por un nivel más profundo de conciencia en relación con las formas de pensamiento aditivo que están emergiendo. Es necesario precisar que en ambos momentos de la actividad Carlos cuenta las ovejas una a una. Al llevar a cabo esta acción en su actividad matemática está emergiendo el vector conteo simple.

El vector conteo simple consiste en determinar el cardinal de una colección o conjunto de objetos contándolos uno a uno, acción que exige establecer una relación o correspondencia biunívoca entre cada uno de los objetos que se pretende contar (concretos o imágenes de éstos) y un conjunto de objetos más abstractos (palabras que refieren a cada uno de los números de la secuencia numérica o representaciones escritas de los números de ésta) (PANTANO, 2014, pp. 72-73).

Ahora bien, este vector se actualiza en la actividad de dos modos distintos. En el primer momento la correspondencia entre cada una de las ovejas

y cada una de las palabras que refieren a los números naturales es establecida, actualizada, a través de cada uno de golpes que realiza Carlos en cada una de las ovejas. Estos golpes se constituyen en la acción kinestésica que le permiten no sólo organizar las acciones sino también establecer una *función* uno a uno entre cada oveja y cada palabra que refiere a cada uno de los números naturales. En el segundo momento la correspondencia es establecida, actualizada, entre cada una de las ovejas y cada uno de los signos numéricos que son escritos en cada una de éstas. Aquí, la escritura es coordinada con cada una de las palabras enunciadas. Éstas le permiten establecer una *función* uno a uno entre cada oveja y cada uno de los signos numéricos que representan a los números naturales.

En este punto es necesario mencionar que en la actividad emergen formas de pensamiento matemático asociadas con el vector conteo simple distintas, las cuales son cada vez más profundas, puesto que inicialmente, la correspondencia es establecida entre los objetos a contar, el golpe con el lápiz en cada uno de ellos y la enunciación de las palabras que refieren a los números naturales. Pero, a mediada que se desarrolla la actividad los golpes con el lápiz evolucionan en la enunciación de las palabras que refieren a los números naturales. Así mismo, la enunciación de las palabras evoluciona en el uso de los signos numéricos que son escritos en cada una de las ovejas.

Tanto la enunciación de las palabras como los signos numéricos que son escritos constituyen medios semióticos de objetivación más sofisticados. Los cuales no sólo le permiten establecer la relación de dependencia, inicialmente, con golpes y posteriormente con la pronunciación de las palabras, entre el conjunto de partida, los objetos a contar, y el conjunto de llegada, las palabras que refieren a los números naturales y posteriormente los signos numéricos, sino también delimitar las formas de designar, sistematizar y capturar tanto a cada oveja como a la totalidad que ha sido contada, inicialmente con la enunciación de las

palabras y posteriormente con la escritura de los números [L6-L7].

5. Conclusiones y/o consideraciones finales

A través de las evidencias empíricas presentadas se puede afirmar que en la actividad que despliega Carlos se actualizan y encarnan en el mundo formas de pensamiento aditivo que han sido constituidas histórica y culturalmente por las generaciones de hombres precedentes, es decir, sistemas de pensamiento aditivo que se encuentran codificados en la cultura. Formas que se encuentran relacionadas al conteo, de uno en uno, de los objetos que conforman a una colección, al uso de estrategias sistemáticas de conteo, a la asignación de expresiones que refieren a los números naturales o a la asignación de signos numéricos para determinar y registrar el cardinal de una colección y al establecimiento de correspondencias uno a uno entre los elementos de dos colecciones.

Estas formas de pensamiento aditivo se encarnan en el mundo concreto a través de las acciones corpóreas realizadas por Carlos, como, por ejemplo, los golpes realizados con el lápiz en cada una de las ovejas, el desplazamiento de éste de izquierda a derecha y la actividad perceptual. A su vez, a través de la enunciación de las palabras que refieren a los números naturales, y finalmente, a través de signos numéricos que representan a cada uno de los números naturales.

En este sentido constatamos que las formas de pensamiento aditivo que se encuentra Carlos en la actividad matemática que despliega son observables, que no son independientes de su actividad, ni tampoco del tiempo ni del espacio. Al contrario, estas formas de pensamiento están imbricadas en la actividad, en el trabajo que él realiza para dar solución a la tarea, constituyéndose así en algo visible al ámbito de la atención y del entendimiento no sólo para Carlos sino también para los profesores o los investigadores.

A su vez, a través de las evidencias empíricas

podemos observar que las formas de pensamiento aditivo que encuentra Carlos en su actividad matemática evolucionan en paralelo a la manera cómo se desarrolla la actividad, puesto que en la actividad se evidenciaron *dos momentos distintos pero complementarios*. Momentos que están determinados por los medios semióticos de objetivación que son movilizados para dar solución a la tarea y que en este caso son el producto de las limitaciones presentes al momento de diferenciar aquellas ovejas que habían sido contadas, es decir, golpeadas con el lápiz, de aquellas que no.

El *refinamiento* de los medios semióticos de objetivación que son movilizados conlleva a que la actividad se transforme, es decir, a que esté en constante movimiento. A su vez, este constante movimiento de la actividad conlleva a que las formas de pensamiento aditivo también se encuentren en constante transformación. En este sentido, las formas de pensamiento aditivo que se actualizan y encarnan en el mundo concreto a través de la actividad serán *distintas pero complementarias*, puesto que las formas de reflexionar, hacer y expresar son constantemente organizadas y refinadas, dando lugar así, a la constitución y codificación de formas cada vez más elaboradas de percepción, gestualidad, simbolización y discursividad.

En particular, la emergencia y materialización del vector conteo simple en la actividad se actualiza de *dos formas distintas pero complementarias*. En la primera forma, el vector conteo simple se constituye en objeto de conciencia a través de la correspondencia uno a uno entre cada objeto que se pretenden contar y la enunciación de cada palabra que refieren a los números naturales. Esta correspondencia uno a uno entre los elementos de ambas colecciones es articulada a través de cada uno de los golpes con el lápiz que son realizados en cada uno de los objetos a contar. Por su parte, en la segunda forma, el vector conteo simple es objeto de conciencia a través de la correspondencia uno a uno entre cada objeto que se pretende contar y la escritura de cada signo numérico que representa

a cada número natural. Esta correspondencia uno a uno entre los elementos de ambas colecciones es articulada a través de la enunciación de cada una de las palabras que refieren a los números naturales.

Estas dos formas en que se encarna el vector conteo simple, en el mundo concreto, permiten dar cuenta de la constitución y refinamiento de formas de pensamiento aditivo asociadas a este vector. Formas que están caracterizadas por los medios semióticos de objetivación que son movilizados y por su refinamiento en la actividad matemática que se despliega. Esta movilización y refinamiento de los medios puede estar determinada por la necesidad de superar las limitaciones que se presentan al abordar la tarea. Así mismo, por la necesidad de dotar de sentido y comunicar a los otros nuestras formas de reflexionar, actuar y expresar.

Finalmente, las consideraciones teóricas y empíricas en relación con la emergencia y evolución de formas de pensamiento aditivo, que han sido objeto de reflexión en el contenido de este artículo, contribuyen a la comprensión y reflexión acerca de la manifestación del pensamiento aditivo y su desarrollo a través, primerio, de la identificación y caracterización tanto de los medios semióticos de objetivación como de uno de los vectores que caracteriza a este pensamiento, y, segundo, del reconocimiento de formas más elaboradas de percepción, gestualidad, simbolización y discursividad.

Esta reflexión posibilitará que los profesores en ejercicio y los estudiantes para profesor empiecen a notar que la emergencia y evolución del pensamiento matemático en general, y del pensamiento aditivo en particular, sí es observable y trasciende más allá de ser un fenómeno mental e inaccesible, que ocurre exclusivamente en el interior de cada individuo. Por esta razón, puede constituir en objeto de estudio y de reflexión, con el propósito de fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y así mismo los fines de la formación en matemáticas

en los grados de escolaridad que componen a la educación primaria.

6. Referencias

- DAMEROW, P. **Abstraction and representation: Essays on the cultural evolution of thinking**. Advisory Board. Dordrecht, The Netherlands 1996.
- DAVYDOV, V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. Pueblo y Educación. La Habana: Cuba 1978.
- ERNEST, P. **The philosophy of Mathematics Education**. Routledge Falmer. London 1991.
- HEGEL, G. **Hegel's logic**. (W. Wallace, trans.). Marxists Internet Archive. Pacífica: Estados Unidos 2009.
- ILYENKOV, E. **Dialectical Logic: Essays on its History and Theory**. Aakar Books. New Delhi: India 1997.
- KILPATRICK, J.; et al. **Soviet Studies in the Psychology of Learning and Teaching Mathematics. Volume XIV: Teaching Arithmetic in the Elementary School**. School mathematics study group Stanford University and survey of recent east European mathematical literature the University of Chicago, Chicago: USA 1975.
- LEONTIEV, A. **En el hombre y la cultura: problemas teóricos sobre educación**. Grijalbo. México 1968.
- LEONTIEV, A. **Activity and consciousness**. Marxists Internet Archive. Pacífica: Estados Unidos. 2009.
- MIRANDA, I.; RADFORD, L.; GUZMÁN, J. Interpretación de gráficas cartesianas sobre el movimiento desde el punto de vista de la teoría de la objetivación. **Educación Matemática**, v19, n3, pp. 5 – 30. 2007.
- PANTANO, O. **Medios semióticos y procesos de objetivación en estudiantes de tercer grado de primaria al resolver tareas de tipo aditivo en los naturales**. p. 94. Maestría en Docencia de la Matemática, Maestría, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, 2014.
- RADFORD, L. Gestures, speech, and the sprouting of signs: A semiotic-cultural approach to student's types of generalization. **Mathematical thinking and learning**, 5, v. 1 n., pp. 37 – 70. 2003.
- RADFORD, L. "No! He starts walking backwards!" : interpreting motion graphs and the question of space, place and distance. **ZDM - The international Journal on Mathematics Education**, v41, n4, pp. 467 – 480. 2009.
- RADFORD, L. **Early algebraic thinking epistemological, semiotic, and developmental issues**. In International Congress on Mathematical Education, 12, Seoul, Korea. 2012a.
- RADFORD, L. On the development of early algebraic thinking. **PNA**, v6. N4, pp. 117 – 133. 2012b.
- RADFORD, L. Three key Concepts of the Theory of Objectification: Knowledge, knowing, and learning. **Journal of Research in Mathematics Education**, v2, n1, pp. 7 – 44. 2013a.
- RADFORD, L. En torno a tres problemas de la generalización. En RICO, L et al. **Investigación en Didáctica de las Matemáticas. Homenaje a Encamación Castro**. Editorial Comares. Granada, España. 2013b.
- RADFORD, L. Rhythm as an Integral Part of Mathematical Thinking. In BOCKAROVA, et al. **Mind in Mathematics: Essays on Mathematical Cognition and Mathematical Method**. LINCOM GmbH. München, Germany. pp. 68 – 85. 2015.
- RADFORD, L. Saber y conocimiento desde la perspectiva de la Teoría de la Objetivación. En D'Amore, B.; Radford, L. (Eds.). **Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: problemas semióticos, epistemológicos y prácticos**. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá: Colombia, p 115 – 137. 2017.
- RADFORD, L.; BARDINI, C.; SABENA, C. Rhythm and the Grasping of the General. In NOVOTNÁ, et al. **Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education**. Prague, Czech Republic. pp. 393 – 400. 2006.
- RADFORD, L.; BARDINI, C.; SABENA, C. Perceiving the General. The Multi-Semiotic Dimension of Students' Algebraic Activity. **Journal for Research in Mathematics Education**, v28, n5, pp. 507 – 530. 2007.
- VALERA, T. **Antología del materialismo dialéctico e histórico**. Ediciones sudamericana S.A, Santa Fe de Bogotá. D.C, Colombia 1971.
- VERGNAUD, G. **El niño, las matemáticas y la realidad: Problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria**. Trillas. México 1991





SÍNTSE MODERNA E SÍNTSE ESTENDIDA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA
NA PERSPECTIVA DE ACADÊMICOS DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DE DUAS
UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

MODERN SYNTHESIS AND EXTENDED SYNTHESIS OF BIOLOGICAL EVOLUTION IN
THE PERSPECTIVE OF BIOLOGICAL SCIENCES ACADEMICS FROM TWO BRAZILIAN
UNIVERSITIES

SÍNTESIS MODERNA Y SÍNTESIS EXTENDIDA DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA
EN LA PERSPECTIVA DE ACADÉMICOS DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE DOS
UNIVERSIDADES BRASILEÑAS

Aline Alves da Silva* , Lourdes Aparecida Della Justina** , Maria Júlia Corazza*** 

Cómo citar este artículo: Da silva, A.; Justina, L.A.; Corazza, M.J. (2021). Síntese moderna e síntese estendida da evolução biológica na perspectiva de acadêmicos de ciências biológicas de duas universidades brasileiras. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 553-568. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16404>

Resumo

Este trabalho teve como objetivo analisar os discursos apresentados pelos acadêmicos de Ciências Biológicas de duas universidades brasileiras quanto a seus conhecimentos em relação ao tema evolução biológica, buscando identificar indícios de que conhecimentos provenientes da teoria da síntese estendida estão (ou não) sendo abordados durante a graduação. Para a constituição dos dados, foi solicitado que os sujeitos apresentassem justificativa para seu posicionamento de concordar ou discordar das afirmativas propostas sobre o tema. As explicações dos estudantes foram interpretadas por meio da análise de discurso, que permitiu a identificação da presença de termos como epigenética, plasticidade fenotípica, desenvolvimento biológico, entre outros. Concluiu-se que a citação desses conceitos configura-se em indício discursivo de que esses conhecimentos estão ampliando a forma como a evolução está sendo compreendida também pelos estudantes de graduação dos cursos de Ciências Biológicas investigados.

Palavras Chave: Evolução, formação de professores, síntese estendida, síntese moderna.

Abstract

This work aims to analyze discourses presented by Biological Science undergraduates from two Brazilian Universities regarding their knowledge of Biological Evolution. It aims to identify evidence if the knowledge derived from the Theory of Extended Synthesis is (or is not) being addressed during the graduation period. To take data, we ask undergraduates students to defend whether they agreed or disagreed with proposals. The students' explanations were interpreted through discourse analysis, which allowed us

Recibido: 28 de mayo de 2020; aprobado: 26 de noviembre de 2020

* Universidade Estadual de Maringá, alinesilva4550@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1481-1042>

** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, lourdesjustina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6013-7234>

*** Universidade Estadual de Maringá, mjcorazza@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5527-9932>

to identify the presence of terms such as epigenetics, phenotypic plasticity, biological development, among others. It was concluded that by citing these concepts, discursive evidence is configured that this knowledge is expanding the way in which evolution is also being understood by undergraduate students of the Biological Sciences courses investigated.

Keywords: evolution, teacher training, extended synthesis, modern synthesis.

Resumen

El artículo tuvo como objetivo analizar los discursos presentados por los académicos de ciencias biológicas de dos universidades brasileñas en cuanto a sus conocimientos relacionados al tema Evolución Biológica, buscando identificar evidencias de que los conocimientos provenientes de la Teoría de la Síntesis Extendida están (o no) siendo tomadas durante la graduación. Para la constitución de los datos, se pidió a los sujetos que justificaran su posición para estar de acuerdo o en desacuerdo con las declaraciones propuestas sobre el tema. Las explicaciones de los estudiantes fueron interpretadas por medio del análisis del discurso, que nos permitió la identificar la presencia de términos como epigenética, plasticidad fenotípica, desarrollo biológico, entre otros. Se concluyó que al citar esos conceptos se configura una evidencia discursiva de que esos conocimientos están ampliando la forma como la evolución está siendo comprendida también por los estudiantes de pregrado de los cursos de Ciencias Biológicas investigados.

Palabras clave: evolución, formación docente, síntesis extendida, síntesis moderna

1. Introdução

Para que o professor de Biologia esteja capacitado a construir o conhecimento com seus alunos é necessário que ele tenha domínio do conteúdo da disciplina a ser ensinado (Biologia, Matemática, História, etc.), dos conteúdos pedagógicos (didática, metodologias de ensino, etc.), dos curriculares (referentes à forma como a instituições educacionais selecionam e organizam os conhecimentos disciplinares) que, em conjunto aos conhecimentos resultantes da experiência, compõem os saberes necessários à profissão docente propostos por Tardif (2012) e Gauthier (1998).

Os saberes disciplinares, conteúdo a ser ensinado, constituem os diversos campos de conhecimentos,

provenientes da sociedade atual, que são integrados às universidades na forma de disciplinas (como exemplo, Biologia Geral ou escolher Biologia Celular, Matemática Básica, História Antiga, etc.). Nas palavras de Tardif (2012, p.38), “os saberes das disciplinas emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes” (TARDIF, 2012, p.38).

Neste artigo tratamos de saberes disciplinares da Biologia, pautando-nos na ideia, defendida por autores como Dobzhansky (1973), Meyer e El-Hani (2005), Dawkins (2007) e Mayr (2009), de que os conhecimentos biológicos somente podem ser compreendidos se forem estudados em uma perspectiva evolutiva.

Antes de nos referirmos aos diferentes aspectos do pensamento evolutivo, tal como se apresenta na

atualidade, é preciso relembrar que, inicialmente quando Charles Darwin publicou o livro “On the origin of species”, em 1859, a ideia de evolução foi amplamente rejeitada. De acordo com Mayr (2009), foi preciso um século de acontecimentos para que essa forma de pensar fosse aceitável, de modo a integrar a produção de conhecimentos na Biologia e contribuir para a autonomia desta ciência. Anteriormente a Darwin, durante e logo após a revolução científica, no iluminismo do século XVIII, outras maneiras de perceber a realidade foram repensadas, ressurgindo compreensões de que as coisas do mundo “evoluem” ou “se transformam”. Essa forma de pensar culminou em um movimento que envolveu a origem e a transformação das estrelas e do sistema solar, a transformação do relevo da Terra e a evolução biológica dos seres vivos (MEYER; EL-HANI, 2005). A esse respeito deste conceito, Ridley (2006, p. 28) explica que

Evolução significa mudança, mudança na forma e no comportamento dos organismos ao longo das gerações. As formas dos organismos, em todos os níveis, desde sequências de DNA até a morfologia macroscópica e o comportamento social podem ser modificadas a partir daquelas dos seus ancestrais durante a evolução.

Uma das primeiras explicações do mundo moderno para a evolução foi proposta pelo francês Georges Louis Leclerc “Buffon” (1707–1788) e pode ser resumida da seguinte forma: “A geração espontânea origina um conjunto de seres vivos e estes, sob a influência do ambiente, dão origem a novas formas, aumentando a diversidade de formas vivas” (MEYER; EL-HANI, 2005, p.19). Buffon acreditava que a geração espontânea era capaz de originar seres complexos, modo de pensar diferente de Jean-Baptiste Lamarck, que tinha como ideia central em sua teoria “[...] uma tendência inherente à vida de aumento de complexidade, a qual originava formas complexas a partir de múltiplas formas primitivas que surgiam por geração espontânea” (ibid, p.24).

Para Ridley (2006), nenhum dos pensadores

anteriores a Lamarck elaborou qualquer ideia consistente o suficiente que pudesse ser reconhecida, atualmente, para explicar porque as espécies mudam. Isso só veio a acontecer em 1809 com a publicação do trabalho de Lamarck, “Philosophie Zoologique”, na qual ele argumentava que as espécies se modificam ao longo do tempo e se transformam em outras espécies. A forma que ele explicava as mudanças herdáveis diferem das apresentadas por Darwin, uma vez que para Lamarck as linhagens persistem indefinidamente, ocorrendo modificações de uma forma para outra, não havendo ramificações e nem extinções em seu sistema. Outra forma de pensamento que era defendida por esse naturalista é a conhecida herança dos caracteres adquiridos, na qual as características adquiridas pelos indivíduos ao longo da existência seriam repassadas aos seus descendentes. Essa ideia também foi utilizada por Darwin ao ser questionado sobre a origem da variação biológica que estaria disponível à ação da seleção natural.

O processo de seleção natural, proposto ao mesmo tempo mas de modo independente por Darwin (1858, 1859) e Wallace (1858), resume-se na ideia de que características vantajosas presentes em indivíduos de uma população que vive em um determinado ambiente são selecionadas, enquanto que outras, de indivíduos diferentes, são eliminadas por não contribuírem para a sobrevivência. Para que isso ocorra é necessário que haja uma grande quantidade de indivíduos, visto que aumenta a possibilidade de haver variação e garante-se que determinada característica se mantenha em meio à população, sendo essa variação necessária e aleatória. Entretanto, Darwin não excluía outros mecanismos complementares à seleção natural para explicar a evolução biológica (SILVA; SANTOS, 2015).

Darwin propôs dois mecanismos de mudanças evolutivas baseados na ancestralidade comum. O primeiro consiste na anagênesis (ana - para cima; gênese - origem), nesse processo ocorre um “movimento “para cima” de uma linhagem

evolutiva, a transformação gradual de uma ancestral e seus descendentes diretos" (MAYR, 2009, p. 31). O outro mecanismo se fundamenta na cladogênese (clado – ramo; gênese - origem), que "consiste na subdivisão de linhagens evolutivas ou, de forma mais geral, no surgimento de novos ramos (clados) na árvore filogenética" (MAYR, 2009, p. 32). Ou seja, inicialmente ocorre um evento de especiação e esse novo clado pode se tornar um ramo importante da árvore filogenética e ir, com o tempo, tornando-se cada vez mais diferente da forma ancestral.

A teoria da síntese moderna da evolução tem a seleção natural como o principal mecanismo para promover o desenvolvimento tanto do micro quanto da macro evolução, aceitando a necessidade de apenas outros mecanismos de separação ou isolamento de populações para que surjam novas espécies (ALMEIDA; EL-HANI, 2010). Segundo esta teoria, também chamada de teoria sintética da evolução, a variação resultaria apenas dos processos de mutação, que podem ocorrer na replicação do DNA, e dos processos de recombinação gênica entre cromossomos homólogos, durante a formação dos gametas na meiose. Dessa forma, a variação ocorreria de maneira aleatória e não teria relação com uma melhora adaptativa (SILVA; SANTOS, 2015).

Assim, em resumo, conforme Ribeiro (2014, p. 3):

O advento da síntese moderna (1918-1950) incorporou as descobertas de Mendel à teoria da evolução de Darwin. Posteriormente, com as contribuições da Biologia Molecular acerca de mecanismos específicos de hereditariedade e expressão fenotípica, houve muito avanço no desvendamento das vias que relacionam DNA, RNA e proteínas. Por muito tempo, entretanto, a origem da variabilidade foi associada principalmente a mutações aleatórias que, se vantajosas sob determinadas condições ambientais, aumentavam em frequência na população por meio de seleção natural. A Biologia Evolutiva baseava-se em uma visão "genocêntrica", não valorizando as descobertas que alertavam para a importância da influência do ambiente na expressão e transmissão de características.

Atualmente, sabe-se que outros fatores, além da seleção natural, da deriva genética e do

isolamento geográfico, interferem no processo evolutivo, como destacam Pigliucci (2009), Pigliucci e Muller (2010), Jablonka e Lamb (2010), entre outros autores que defendem a necessidade de uma extensão da teoria sintética da evolução. Entretanto, ainda hoje não existe um consenso no meio acadêmico referente à teoria da síntese estendida da evolução. Alguns estudiosos do tema como Dickins e Rahman (2012) e Futuyma (2013) defendem que as mudanças que ocorrem com as novas pesquisas não seriam suficientes para haver uma ampliação da síntese. Já outros pesquisadores como Reis e Araújo (2019) defendem que não é adequado dizer que se trata de uma simples extensão, uma vez que esse termo carrega um sentido conservador, com o indicativo de que continuaria havendo uma síntese e que essa seria somente estendida. Entretanto, de acordo com os autores, a proposta denominada síntese evolutiva estendida vai, além disso, visto que se trataria de uma releitura dos pressupostos que compõem a síntese moderna.

Nesta mesma linha de pensamento, Muller (2017) destaca que a síntese moderna da Evolução tornou-se um paradigma bem estabelecido, que tem suas origens em um quadro teórico estruturado na primeira metade do século XX e que perdura até os dias atuais. Entretanto, o autor defende que com os conhecimentos provenientes de pesquisas atuais como o desenvolvimento biológico, a epigenética, o nicho construído e a plasticidade fenotípica, é necessário repensar a forma como a evolução é compreendida. Presencia-se, portanto, nos discursos do mundo acadêmico atual enunciados que constituem uma formação discursiva dominante (PÉCHEUX, 1988) que busca proteger a teoria sintética da evolução.

Todavia, como reconhecido por Muller (2017), muitas mudanças ocorreram desde que esta teoria foi estabelecida, a começar pela proposição da natureza e estrutura do material genético, que serviu de base para o desenvolvimento de pesquisas e a produção de conhecimento em diversas áreas como, por exemplo, na Biologia e genética molecular; na Biologia evolutiva, destacando-se os estudos sistemáticos e filogenéticos; na Biologia do desenvolvimento e na ecologia, entre outras matrizes disciplinares da ciência Biologia. Torna-

se evidente que a compreensão de evolução teve expansão de forma significativa, e seria um erro dizer que essas pesquisas, tanto conceituais como empíricas, não acarretariam em mudanças teóricas. Nesse cenário acadêmico, os interdiscursos, ou seja, a exterioridade discursiva dos “diferentes autores, que vão constituindo a ciência, produz a necessidade de uma re-significação [...]” (ORLANDI, 2007).

Nesse processo de construção de sentidos e significados, muitos conhecimentos atualizados podem interferir na forma como se comprehende a evolução, são eles a epigenética, a plasticidade fenotípica, o desenvolvimento biológico e a construção de nicho. Em se tratando dos estudos que envolvem evolução e desenvolvimento biológico, podemos dizer que tiveram raízes nas pesquisas de William Batson (1861-1926), de Richard Benedict Goldschmidt (1878-1958), de Conrad H. Waddington (1905-1975)

Segundo Vieira (2017, p. 217-218), Goldschmidt, assim como Waddington, se debruçaram

[...] em pesquisas com o intuito de compreender fenômenos como a norma de reação (descreve o padrão de expressão fenotípica a partir de um dado genótipo em resposta às variações ambientais) e assimilação genética (processo pelo qual um fenótipo originalmente produzido em resposta a uma condição ambiental, como a exposição a um teratógeno, torna-se posteriormente geneticamente codificado por seleção artificial ou seleção natural).

Vieira (2017) descreve, ainda, que esses pensamentos não tiveram espaço em meio à teoria evolutiva que estava desabrochando nas primeiras décadas do século XX, a qual se caracterizava por unir os pensamentos sobre seleção natural, de Charles R. Darwin (1809-1882), e Alfred R. Wallace (1823-1913), com genética de populações, modelos matemáticos, modificações por meio de mutação, que ocorria de forma lenta e gradual. Essa união entre desenvolvimento e evolução só viria a acontecer décadas mais tarde, entre 1970 e 1980, com a obra “Ontogeny and Phylogeny”, de Stephen J. Gold, publicada em 1977.

Deste modo, é evidente que os estudos atuais estão direcionando a teoria da evolução para uma reanálise e uma nova interpretação, pois, além da genética molecular continuar sendo um

importante apporte para essa teoria, ainda estão sendo integrados os conhecimentos referentes à Biologia do desenvolvimento do organismo, a epigenética, o nicho construído e a plasticidade fenotípica. Como destacam Santos e El-Hani (2013, p.201), “torna-se necessário compreender a possível influência de outros mecanismos ou fatores evolutivos, que podem estar atuando de modo antagonístico ou sinergístico à seleção”.

Um desses conhecimentos é a Biologia do desenvolvimento que Conforme Gilbert (2003), pode integrar várias áreas do conhecimento, como molecular, química, fisiológica etc., com um objetivo único de entender “Como um ovo fertilizado origina um ser adulto, e como esse ser adulto produz um outro ser?” (GILBERT, 2003, p. 2). O desenvolvimento não privilegia nenhum componente do organismo, pois é uma relação de sistemas dependentes entre si, os quais funcionam por retroalimentação, sendo assim, não pode ser simplificado como uma leitura de um código ou um programa (MULLER, 2017).

A Biologia do desenvolvimento, conforme Almeida e El-Hani (2010, p. 12), “constitui uma nova abordagem para a compreensão da evolução da forma orgânica, que enfoca genes que regulam o desenvolvimento e os efeitos de mudanças em seus padrões de expressão sobre a forma do organismo”. Dessa forma, pode-se ressaltar que esses processos focados no desenvolvimento têm importante atuação na formação fenotípica do indivíduo; ainda, esses genes podem ser influenciados por fatores externos, os quais podem direcionar a expressão deles.

Outro importante mecanismo atuante na evolução são as heranças não genéticas ou epigenéticas. Esse mecanismo foi observado inicialmente por Conrad H. Waddington, mas somente a partir dos anos 1990 foi possível descrever como o mesmo genótipo poderia formar fenótipos diferentes e estes serem fixados nas populações. As alterações epigenéticas podem ocorrer de três maneiras: metilação do DNA, modificação das histonas e modulação da expressão gênica mediada por RNA não codificante (VIEIRA, 2017).

Conforme Silva e Santos (2015), as mudanças nos fenótipos não são ilimitadas, visto que a regulação da expressão gênica, que

gera a variação, ficaria restrita aos Módulos de Padronização dinâmica (MDPs). Assim, esses MDPs, em conjunto ou isolados, seriam capazes de formar diversificados padrões fenotípicos. Dessa maneira, os autores ressaltam:

Em uma definição contemporânea, a seleção natural fica condicionada à variação existente e às condições que geram essa variação, uma vez que os processos descritos acima demonstram que, para que ocorra uma mudança nos morfotipos disponíveis, não é necessário mudança expressiva nas sequências gênicas (SILVA; SANTOS, 2015, p. 56).

Os processos baseados na epigenética e nos MDPs produzem variação limitada; então, a seleção atuaria como responsável pelo refinamento e pela manutenção dessas características originadas de fontes diversificadas. Assim, a evolução não ocorreria apenas de forma gradual; ela pode ocorrer, também, aos saltos, alterando radicalmente os organismos em um período de tempo bem mais curto do que se imaginava. Portanto, a seleção pode atuar tanto na produção de fenótipos como nas pressões seletivas que mantêm essas mudanças nos organismos (SILVA; SANTOS, 2015).

Também, faz-se necessário repensar a evolução em termos de plasticidade fenotípica, sobre a qual, até o momento, tem-se o conhecimento de que o organismo não é agente passivo nas mudanças ambientais, como se pensava anteriormente, na síntese moderna. Em casos específicos, ele responde por meio de formas adaptativas distintas, as quais podem ocorrer em uma única geração ou ao longo de várias gerações (SILVA; SANTOS, 2015). Os autores ainda destacam que “[...] na realidade, não são os genes que evoluem, mas, sim, as redes de interação gênica que modulam a expressão dos genes propriamente ditos” (SILVA; SANTOS, 2015, p.55).

Lima et al. (2017) ressaltam que para verificar as variações fenotípicas que ocorrem nos organismos é utilizada a norma de reação; nesse caso, analisa-se o que acontece com indivíduos geneticamente idênticos, quando transplantados. Esses indivíduos analisados geralmente são oriundos de estacas retiradas da mesma planta, gêmeos homozigóticos, indivíduos que se originam por bipartição, como planárias e bactérias, dentre

outros.

Alguns autores ainda defendem que é possível interferência nos processos evolutivos ocasionados pela construção de nicho, realizada pelos organismos, pois “A habilidade de construção e remodelamento do ambiente por determinado organismo é sedimentada em seu genótipo e transferida seletivamente entre gerações” (Oliveira, et al. 2016, p. 337). Assim, o organismo recebe de seus progenitores um nicho de partida que lhes é apresentado durante o desenvolvimento e esse micro-habitat é determinante na formação fenotípica do indivíduo. Dessa forma, “o organismo, ao longo do desenvolvimento biológico, é resultado das interações de seu genoma, do estágio anterior de desenvolvimento, do fenótipo potencial e do ambiente em que o desenvolvimento se estabelece” (Oliveira, et al. 2016, p. 339).

Pigliucci e Muller (2010) destacam que a síntese estendida tem como foco compreender a causa mecânica da evolução fenotípica, visto que a síntese moderna estudou dos dados fenotípicos pré-existentes. Então, a extensão tem o objetivo de expandir esses conhecimentos e explicar as condições de geração, fixação e variação das características fenotípicas. Assim, a teoria da evolução não se limita mais somente à explicação da elevação da frequência e à manutenção das variantes favoráveis; ela se expandiu para o esclarecimento das condições mecânicas para a formação e a inovação dessas características.

Os autores destacam ainda Pigliucci e Muller (2010) que as novas formas de compreensão referentes à teoria evolutiva não têm a intenção de diminuir o papel do gene na evolução, mas somente diminuir seu peso quanto à responsabilidade em gerar variação genética. Tal responsabilidade é atribuída, também, ao desenvolvimento, à fidelidade de sua herança e à fixação progressiva de traços fenotípicos pela plasticidade fenotípica. Assim, a evolução tem seu progresso mediante a captura de interações emergentes em circuitos epigenéticos, os quais são construídos e repassados por gerações. O maior problema em estender a síntese consiste na aceitação da comunidade científica, pois, conforme Laland et al. (2015), essa ampliação não implica somente em novas direções para a

pesquisa, mas ainda consiste em novas maneiras de pensar e interpretar problemas novos e familiares na Biologia Evolutiva.

Apesar de as pesquisas apontarem para mudanças na forma como a evolução é apresentada, mesmo que essas não excluam nada do que a síntese moderna dispõe, mas alterem a forma como esses são percebidos pela comunidade científica, ainda existe muita resistência por parte dos pesquisadores. Isso ocorre porque as pesquisas mais recentes modificam, mesmo que minimamente, o núcleo rígido do entendimento de como ocorre a evolução e acrescentam novas informações que complementam a síntese moderna. Mesmo que essas mudanças sejam consideradas uma extensão da síntese, ainda é difícil para pesquisadores tradicionais aceitá-las.

Como ressaltado por Scheifele, Corazza e Justina (2020, p.3)

Somente após a concretização do pensamento evolutivo em um grande paradigma das Ciências Biológicas, calcado em uma teoria consistente da evolução, que foi a Teoria Sintética, construída a partir de um coletivo de cientistas e pesquisadores de diferentes áreas, é que foi possível a autonomia e emancipação da Biologia como uma ciência única. Por isso, consideramos a evolução como eixo central, unificador e/ou articulador, dos conhecimentos biológicos, que proporcionou essa união em torno de uma ciência da vida, que é a Biologia.

Portanto, é necessário que esse conteúdo, com atualizações referentes à evolução, estejam presentes em sala de aula, como forma de integrar os conhecimentos biológicos. Santos e EL-Hani (2013, p.3-4) constroem uma discursividade referente “a importância da inserção da produção científica atual nos cursos de formação de professores é justificada por possibilitar o contato dos estudantes com questões científicas recentes”. Diante desta necessidade, os autores colocam como questionamento: “como trabalhar com um conhecimento integrado e pluralista sobre o processo evolutivo na formação de biólogos, tanto aqueles que se direcionarão para a pesquisa acadêmica e a atuação técnica, quanto aqueles que serão professores de Biologia” (*ibid.*, p. 203).

Enfim, a evolução, desde que começou a ser pensada pelos cientistas, sofreu diversas alterações, as quais se complementam e possibilitam a construção desse conhecimento pela ciência. Dessa forma, entender como a evolução vem sendo modificada ao longo do tempo pode auxiliar os professores de Biologia a desenvolver seu trabalho em sala, visto que compreender esse conceito é imprescindível para entender essa ciência em sua totalidade e complexidade.

O exposto até o momento justifica a necessidade de pesquisas que buscam investigar como os formandos de cursos em Ciências Biológicas compreendem a temática evolução biológica, analisando se suas construções discursivas apresentam informações provenientes da produção de conhecimentos mais recente que podem alterar ou reinterpretar a forma de como a evolução vem sendo compreendida desde a estruturação da síntese moderna.

Diante desta justificativa, este trabalho de pesquisa teve o objetivo de analisar os discursos apresentados por acadêmicos de Ciências Biológicas de duas universidades brasileiras em relação aos seus conhecimentos sobre o tema evolução biológica, com o intuito identificar indícios de que conhecimentos provenientes da teoria da síntese estendida estão (ou não) sendo abordados durante a graduação.

2. Desenvolvimento Metodológico

Neste artigo foram analisadas as construções discursivas apresentadas por acadêmicos formandos em Ciências Biológicas, modalidade licenciatura, de duas universidades brasileiras. Para obtenção desses discursos foi solicitado que justificassem, de forma escrita, sobre sua decisão em concordar ou discordar de afirmativas acerca da temática evolução. Antes de aplicar o instrumento aos acadêmicos, as afirmativas foram submetidas ao processo de validação em um grupo de pesquisa (Grupo de Educação em Ciências e Biologia - GECIBIO) e avaliadas quanto à forma e o conteúdo. Quatro dessas afirmativas foram selecionadas para compor o quadro de análise deste artigo (Quadro 1). Como resultado, obtiveram-se 43 (quarenta e três) questionários, sendo 21 de uma universidade e 22 da outra, para

manter o anonimato dos sujeitos de pesquisas as respostas foram codificadas em A1, A2, ..., A43.

Quadro 1: Questionário destinado aos alunos do último ano do curso de Ciências Biológicas

- 1) A seleção natural é considerada o único agente atuante na seleção das características fenotípicas, assim promovendo a evolução. () concordo () discordo. Explique.
- 2) Um indivíduo não pode variar o seu fenótipo de acordo com o ambiente em que está inserido. () concordo () discordo. Explique.
- 3) A variação fenotípica é produto da formação genotípica do indivíduo e dos processos de crossing over que ocorrem durante a gametogênese. () concordo () discordo. Explique.
- 4) O ambiente não tem o poder de interferir na expressão gênica, ele somente pode exercer influência no indivíduo depois de sua formação completa. () concordo () discordo. Explique.

Fonte: Autores

A análise das constituições discursivas acerca das teorias evolutivas ocorreu de forma qualitativa, baseada na teoria de Análise do Discurso francesa, que considera o sujeito uma construção histórica e social. Assim, essa teoria se apoia na reflexão que realiza referente ao sujeito e ao significado, pois considera que o sujeito ao significar, se significa, afastando-o do idealismo subjetivista, no qual é visto de forma individual, e também do objetivismo abstrato, para o qual o sujeito é universal (ORLANDI, 1994). Portanto, para analisar as construções discursivas apresentadas pelos acadêmicos, a Análise de Discurso possui elementos que permitem perceber os sentidos e significados que permeiam na realidade histórica, social e ideológica da qual esses estudantes fazem parte.

A Análise do discurso iniciou-se com os estudos de Michel Pêcheux (1938-1983), que descreve a teoria de como a linguagem se materializa em ideologia e como esta se manifesta na linguagem. Pêcheux tem como objetivo desvelar os mecanismos de determinação histórica que compõem os

processos de significação e, em seus escritos, busca centralizar a relação entre o simbolismo e a política (ORLANDI, 2005).

Orlandi (2005, p.11) destaca que "Pêcheux considera a língua como um sistema capaz de ambiguidade e define a discursividade como a inserção dos efeitos materiais da língua na história, incluindo a análise do imaginário na relação dos sujeitos com a linguagem". Assim, pode-se afirmar que o discurso presente nas sociedades pode apresentar diversos sentidos, porém, não está desvinculado da história e do imaginário dos sujeitos.

Para essa análise, utilizamos as três etapas propostas por Orlandi (2009). Na primeira etapa, o analista, ao tomar contato com o texto, procura nele sua discursividade e lança uma primeira análise, ou seja, "constrói um objeto discursivo [...], desfazendo, assim, a ilusão de que aquilo que foi dito só poderia sê-lo daquela maneira" (ORLANDI, 2009, p.77). Ao realizar a segunda etapa, o analista observa os efeitos metafóricos. Orlandi (2009, p. 78), citando Pêcheux (1969), destaca que "é o fenômeno semântico produzido por uma substituição contextual, lembrando que este deslizamento de sentido entre X e Y é constitutivo tanto do sentido designado por X como por Y". Assim, a metáfora faz parte do processo de produção de sentido e da constituição do sujeito, não é vista como desvio, mas, sim, como transferência (ORLANDI, 2009).

A terceira etapa consiste no processo discursivo e formação ideológica, acerca da qual Orlandi (2009, p.80) destaca:

Este modo de conceber o deslize, o efeito metafórico, como parte do funcionamento discursivo, liga-se à maneira de se conceber a ideologia. Pensando-se a interpretação, esse efeito aponta-nos para o "discurso duplo e uno". Essa duplicidade faz referir um discurso a um discurso outro para que ele faça sentido; na psicanálise, isso envolve o inconsciente, na análise de discurso, envolve também a ideologia. Essa duplicidade, esse equívoco são trabalhados com a questão ideológica fundamental, pensando a relação material do discurso, a língua e a ideologia ao inconsciente.

Dessa forma, essa análise foi utilizada para perceber o discurso apresentado pelos acadêmicos formandos dos cursos de Ciências Biológicas de duas universidades brasileiras. Analisando as constituições de sentidos apresentados por esses acadêmicos quanto à temática evolução biológica.

3. As construções discursivas dos sujeitos sob a ótica da Análise do Discurso

Afirmativa 1 (**um**): “A seleção natural é considerada o único agente atuante na seleção das características fenotípicas, assim, promove a evolução”. Os dados correlacionados a essa afirmativa encontram-se no quadro abaixo.

Quadro 2: disposição das respostas dos acadêmicos para a

questão 1

CONCORDO	DISCORDO	ABSTENÇÃO
4 acadêmicos	38 acadêmicos	1 acadêmico
A17, A27, A29, A34	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A28, A30, A31, A32, A33, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A42, A43.	A41

Fonte: Autores.

Quando são analisadas as constituições discursivas dos acadêmicos que concordam, encontram-se os seguintes discursos:

“Sim, a seleção natural é a única força que vai atuar selecionando as características das espécies”. **A17**

“Segundo os princípios de Darwin esta afirmação está correta”. **A27**

“Pode-se dizer que a seleção é um dos mecanismos evolutivos, entretanto, pesquisas atuais mostram que não é o único, apesar de ter sido um dos primeiros a ser descritos e entendidos. Este erro é bastante cometido, já que em um nível basal de compreensão da evolução, podemos afirmar que os outros processos evolutivos são apenas subtipos do termo gramático em si “seleção natural”, mas não do seu significado técnico real”. **A29**

Ao analisar os dados referentes às construções discursivas dos acadêmicos que concordam

com a afirmação, é possível perceber o discurso dos sujeitos envolvidos com a história da síntese moderna da evolução. Ao interpretar a formação discursiva de A29 torna-se evidente, por exemplo, a presença do debate entre os cientistas da necessidade de haver conhecimentos suficientes para fazer uma releitura da teoria da evolução. O discurso do acadêmico se assemelha ao apresentado por Dickins e Rahman (2012) e Futuyma (2013) que defendem que as novas pesquisas não oferecem respaldo suficiente para que exista uma releitura da síntese moderna, pois a mesma já contempla essas ideias.

Como os que discordam somam um total de 38, serão apresentados alguns exemplos das respostas discursivas, de acordo com as informações apresentadas pelos alunos. Percebeu-se que muitas justificativas utilizavam fatores presentes na síntese moderna da evolução, como a deriva genética e a mutação, como é possível observar nas construções discursivas a seguir:

“A mutações e recombinação gênica, por exemplo”.

A14

“Pode haver outros agentes atuantes, principalmente aleatórios, como catástrofes, teoria da deriva gênica entre outros”. **A15**

“A Evolução também é promovida pelas mutações no código genético, ocorrendo por vários fatores, no qual o organismo está exposto, além da seleção artificial”. **A30**

“Entre os promotores da evolução cabe destacar a importância da deriva genética responsável por fixar aleatoriamente um alelo em detrimento de outro na população. Trata-se também de uma forma de “seleção” embora não do mais “apto”. **A38**

Houve indicativos de algum conhecimento referente ao debate envolvendo a síntese estendida, apresentados nessa afirmativa, como se percebe nas respostas a seguir:

“epigenética e outros” **A26**

“hoje existem estudos, sobre epigenética que refutam a unanimidade” **A11**

Em relação à análise dos enunciados discursivos da questão 1, pode se acrescentar ainda que, apesar de os estudos sobre evolução estarem bem

além do que é proposto pela síntese moderna, os acadêmicos ainda possuem um conhecimento bastante restrito sobre o tema. Zabotti (2018) faz uma ampla análise de estado da arte de trabalhos relacionados ao tema Ensino de origem da vida e evolução biológica, analisando um total de 78 trabalhos realizados entre 2006 a 2018. Com a pesquisa, constatou-se que somente cinco deles abordaram a temática da Biologia do Desenvolvimento, enquanto as outras pesquisas recentes não mencionam tal aspecto evolutivo. A autora ressalta que “é certo o importante papel da seleção natural como mecanismo de mudança orgânica, mas não é o único” (ZABOTTI, 2018, p. 139).

Seguindo esse pensamento, Zabotti (2018, p. 140) ainda enfatiza que

[...] a necessidade de compreender a pluralidade dos mecanismos evolutivos, que vão além da seleção natural, podendo estar envolvidos já no desenvolvimento embrionário das espécies. Tendo isso em vista, é necessário buscar maneiras de incluir esse novo entendimento no ensino da Evolução. O primeiro passo consiste em introduzir os debates e as investigações a respeito da inclusão da Biologia Evolutiva no ensino, nos currículos escolares e na formação do professor, tanto na inicial como na continuada.

Assim, constatou-se, com os dados apresentados, que a maioria dos acadêmicos, ao apresentar resposta discursiva sobre o tema, demonstrou conhecimentos sobre evolução. Todavia, ficam restritos à síntese moderna, o que pode ser reflexo das aulas que receberam dos professores de Biologia. Sabe-se da necessidade de esses futuros docentes trabalharem os conhecimentos em seus amplos aspectos, dos quais um dos que apresentam grande relevância são os históricos. Entretanto, não se pode deixar de apresentar a amplitude que as pesquisas referentes ao tema Evolução estão alcançando na atualidade, para que esses profissionais possam trabalhar os conteúdos biológicos de uma forma mais abrangente utilizando esse tema como eixo integrador.

Desse modo, com a análise da constituição de sentidos presentes nos discursos da afirmativa 1,

visualiza-se a formação social e histórica do discurso (ORLANDI, 1994). Social porque as formações discursivas dos acadêmicos apresentam elementos que estão presentes nos discursos dos professores que ministram as aulas, como também nos de seus colegas, que participam das discussões, e autores dos referenciais teóricos utilizados nos estudos; histórico porque esses discursos são provenientes de uma construção histórica do conhecimento, fazendo parte do movimento científico e histórico vivenciado pelos professores e alunos.

A **afirmativa 2 (dois)**: “um indivíduo não pode variar o seu fenótipo de acordo com o ambiente em que está inserido”. As respostas para essa questão estão dispostas a seguir:

Quadro 3: disposição das respostas dos acadêmicos para a questão 2

Concordo	Discordo
4 acadêmicos	39 acadêmicos
A26, A35, A36, A41	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A34, A37, A38, A39, A40, A42, A43.

Fonte: Autores.

Dos acadêmicos que concordam com a afirmativa, somente dois apresenta, em sua justificativa, um discurso:

“Aparentemente, é o que conhecemos”. **A26**

“As características podem ser alteradas para que ele melhor se adapte ao ambiente”. **A41**

Pelas análises das constituições de sentidos, pode-se observar que A26 destaca que é o que, na atualidade, se tem conhecimento. Já A41 é contraditório em sua resposta, uma vez que opta em assinalar ‘concordo’ com a afirmativa, mas seu discurso ressalta que o indivíduo pode modificar suas características conforme o ambiente em que está inserido.

Os acadêmicos que discordaram da afirmativa formaram maioria, desta forma optou-se por apresentar somente alguns exemplos das construções discursivas apresentadas por esses acadêmicos como pode ser observado nos discursos a seguir:

“Indivíduos que vivem em ambientes

diferentes variam seu fenótipo. Como, por exemplo, a cor da pele". A2

"Existem diversas formas de mostrar que o genótipo expressa fenótipos diferentes de acordo com características regionais". A1

"Se o fenótipo do indivíduo não favorece a sua sobrevivência e reprodução, ele tende a desaparecer na população". A9

"Pode haver mutação desencadeada por vários fatores, seja por influência ambiental, nutricional ou genética que desencadeia variação". A21

"Se os fenótipos fossem fixos, ou seja, existe uma ausência de mecanismos evolutivos, como é possível a existência desta grande diversidade de organismos que podemos observar atualmente e através de fósseis? Para tanto, comprova-se que a resposta (causa) as pressões ambientais evolutivas os organismos respondem (consequência) de N maneiras em um longo período de tempo". A29

"O indivíduo pode variar o seu fenótipo de acordo com o ambiente, por exemplo, irmãos gêmeos separados na maternidade, morando em ambientes diferentes". A27

Como observado, os discursos referentes à justificativa para essa questão foram as mais variadas possíveis; entretanto, pode-se visualizar a presença da compreensão de que o ambiente pode alterar os fenótipos, mas não pode interferir no genótipo, a não ser por meio de mutação. Esse discurso é proveniente da síntese moderna, como descrito por Mayr (2009, p. 144), quando diz que "o pool gênico é constantemente renovado por mutações; contudo, a variação dos fenótipos que tornam possível a seleção natural é produzida pela recombinação que ocorre durante a meiose" (MAYR, 2009, p. 144).

Ao analisar a discursividade apresentada por A27, percebe-se ali indícios de conhecimentos referentes às pesquisas epigenéticas. Todavia, não existe no discurso verbal a menção de que essas modulações na expressão gênica, que ocorrem

por fatores externos, possam ser repassadas às gerações futuras. Assim, conforme Jablonka e Lamb (2010), por um período histórico aceitou-se que as memórias epigenéticas eram apagadas antes que a célula se tornasse um gameta; essa suposição descartou qualquer possibilidade de que variações epigenéticas induzidas pudessem ser herdadas. Porém, atualmente, as pesquisas biológicas mostram que é possível o ambiente interferir no genótipo, não mudando a sequência de bases nitrogenadas do DNA, mas por meio de heranças não genéticas (epigenéticas), ou seja, mesmo que a sequência de DNA continue a mesma durante o desenvolvimento, as células são capazes de guardar informações que serão transmitidas à prole.

Ainda, foi observado nas constituições de sentidos apresentados a essa questão, a citação do acadêmico A3, sem explicações, referente à plasticidade fenotípica, podendo representar um conhecimento mais profundo sobre essas pesquisas, ou somente um contato inicial com o tema. Segundo Mayer (2009), a capacidade de variações fenotípicas provenientes de determinado genótipo é denominada de norma de reação. Existem espécies com capacidades adaptativas muito altas, visto que sua amplitude de ajustar o fenótipo a mudanças ambientais drásticas e significativas, ou seja, elas possuem alta plasticidade fenotípica.

Ao analisar os discursos apresentados pelos acadêmicos, torna-se evidente que estes são sujeitos históricos de seu momento e ambiente de formação, pois a maioria evidenciou que possui conhecimentos referentes à formação fenotípica dos indivíduos e que esta não é uma determinação do genótipo. Conforme Orlandi (2009, p. 43) "a formação discursiva se define como aquilo que numa formação ideológica dada - ou seja, a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio histórica dada - determina o que pode e deve ser dito". Apesar de as explicações deixarem a desejar em vários quesitos, é perceptível que os acadêmicos possuem a formação necessária para compreender a amplitude a que se estende a

formação fenotípica dos indivíduos. Porém, essa dificuldade explicativa está, sim, atrelada a um momento histórico do início do século XX, quando houve a construção da síntese moderna. Assim, Oliveira et al. (2016, p.326-325) destacam que

[...] a carência de abordagens considerando a contribuição ecológica na origem de variabilidade fenotípica está atrelada à concepção de que somente mudanças genéticas seriam responsáveis pela existência de variação dentro de uma população, e que o ambiente apenas selecionaria os fenótipos mais aptos dentre aqueles disponíveis. [...] A Eco-Evo-Devo apresenta-se como uma novidade teórica acerca dos conteúdos evolutivos, ora pelas proposições e/ou explicações acerca da origem de diversidade biológica, ora por subsidiar a necessária abordagem integrada do processo evolutivo, reiterando o papel do ambiente no surgimento de novos fenótipos.

Assim, é necessária a discussão de como o ambiente é capaz de interferir na formação fenotípica e na expressão gênica dos indivíduos e como essas informações são repassadas aos descendentes. Para isso, é imprescindível abordar os conhecimentos referentes à epigenética e à plasticidade fenotípica, e, ainda, ao desenvolvimento, pois já existem muitas pesquisas que discutem como essa transmissão ocorre, como as de Gilbert (2003), de Jablonka e Lamb (2010), de Ribeiro (2014), dentre outros. Além de estudarem como ocorre a transmissão de memórias ambientais, ainda abordam conteúdos referentes aos impactos desses conhecimentos na teoria evolutiva em publicações como as de Meyer e El-Hani (2005), de Pigliucci e Muller (2010), de Reversi (2015), dentre outras.

A afirmativa **três** (3): "A variação fenotípica é produto da formação genotípica do indivíduo e dos processos de crossing over que ocorrem durante a gametogênese". Nessa afirmativa, 25 alunos afirmaram que concordam, enquanto 18 discordaram, como descrito no quadro 4.

As justificativas dos que concordam foram variadas, sendo que os discursos apresentados seguiram dois padrões: em um, os sujeitos relataram a influência exercida pelo ambiente; em outro, utilizavam justificativas relacionadas a conhecimentos de

genética. Ainda houve nove acadêmicos que não apresentaram nenhuma explicação.

Quadro 4: disposição das respostas dos acadêmicos para a questão 3

Concordo	Discordo
25 acadêmicos	18 acadêmicos
A2, A3, A4, A6, A7, A9, A10, A12, A13, A15, A16, A17, A21, A22, A23, A25, A31, A32, A33, A35, A36, A39, A40, A41.	A1, A5, A8, A11, A14, A18, A19, A20, A24, A26, A27, A28, A29, A30, A34, A37, A38, A42, A43.

Fonte: Autores.

Dentre as respostas que se reportavam à influência do ambiente, ocorreram os seguintes exemplos: "Sim, o fenótipo se dá a partir do genótipo e crossing over, mas não só disso, fatores ambientais também interferem". **A6**

"Porém isso não quer dizer que o organismo, não esteja propenso a mudanças influenciadas pelo ambiente". **A4**

"Também pode ser considerado o ambiente que o indivíduo está". **A35**

Como se observa nos discursos acima apresentados, apesar de haver ainda os que percebem o fenótipo apenas como resultado da expressão genotípica, de uma maneira geral, muitos estudantes apresentam conhecimentos referentes à importância do ambiente na formação da variação fenotípica. Entretanto, esses alunos não descreveram quais seriam e como ocorre essa interferência ambiental. Silva et. al. (2020, p.10) destacam em relação à construção dos organismos

O conhecimento que hoje prevalece na comunidade científica é o da existência de uma interdependência: do genótipo em relação ao fenótipo, do fenótipo para expressar o próprio fenótipo, e a ação do meio intracelular e extracelular, agindo em ambos também de forma regulatória e expressiva. Como se não bastasse toda essa complexidade, ainda existe a influência e a interação de todos esses elementos com o ambiente externo ao organismo.

Os que discordam da afirmativa justificaram que os fatores ambientais também atuam na constituição fenotípica. Muitos deles ainda citaram, além do ambiente, outros fatores que podem exercer influência; Dois acadêmicos apresentaram uma discursividade utilizando os conhecimentos

recentes que vêm gerando discussões na comunidade acadêmica em relação a forma como a evolução é compreendida:

"É um dos processos que determinam a variação fenotípica. A epigenética pode atuar também no fenótipo sem mudar o genótipo". A24

"Entretanto, esses não são os únicos fatores que podem levar a alteração do fenótipo. Existem epigenética, pressões evolutivas". A29

Como descrito por Mayr (2009, p.115), "as variações que tornam cada indivíduo diferente de todos os outros constituem, como dissemos, uma característica de todas as espécies que se reproduzem sexualmente [...] é essa variabilidade inequívoca que torna possível o processo de seleção natural". Entretanto, os mecanismos responsáveis por produzirem essa variação só começaram a ser compreendidos após os estudos referentes à genética molecular, e, atualmente, as pesquisas estão apresentando conhecimentos de como é possível haver essa variação fenotípica mesmo em indivíduos geneticamente idênticos. Esses mecanismos, que podem alterar como os fenótipos são expressos, são denominados de plasticidade fenotípica, epigenética e produzidos durante o processo de desenvolvimento biológico. Os processos epigenéticos promovem resultados persistentes, que atuam no desenvolvimento dos organismos. Esse efeito é proveniente de variações fenotípicas que não são originadas das variações genotípicas, e estas são transmitidas para as próximas gerações de seres vivos ou células. O resultado disso é a interferência desses processos nas redes de expressões genéticas, e, dessa forma, exercem importante papel nos processos evolutivos (SILVA; SANTOS, 2015). A epigenética é um exemplo de como o ambiente é capaz de interferir na variação fenotípica, mostrando a capacidade que o meio possui para interferir na evolução, assim como apresentado de forma simplificada pelos estudantes de Biologia em citações desses processos durante seus discursos verbais. No entanto, novamente os estudantes não deixam claro o seu entendimento referente à possibilidade

de herdabilidade dessas alterações pelas gerações futuras.

Com essas análises discursivas é evidenciado o caráter histórico, social e ideológico que constituem os sentidos nos discursos dos sujeitos, pois a constituição dos sujeitos ocorre de forma ambígua, visto que é determinado pela exterioridade na relação que estabelece com os sentidos (ORLANDI, 2009). Assim, para analisar como os sujeitos apresentam seus discursos é preciso recorrer a história do conhecimento a que se refere e ao momento histórico em que o sujeito está inserido, pensando nas relações sociais e ideológicas que o constituem.

A análise dos discursos apresentados em relação à afirmativa **quatro (4)**, "O ambiente não tem o poder de interferir na expressão gênica, ele somente pode exercer influência no indivíduo depois de sua formação completa", estão destacadas a seguir:

Quadro5: disposição das respostas dos acadêmicos para a questão

Concordo	Discordo
9 acadêmicos	34 acadêmicos
A3, A8, A10, A12, A15, A18, A18, A22, A40	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A9, A11, A13, A14, A16, A17, A20, A21, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A41, A42, A43,

Fonte: Autores.

Dentre os que concordam com a afirmativa, surgem as seguintes explicações:

"Apesar de que de acordo com a epigenética o ambiente pode causar alterações na gametogênese dos pais". A12

"O ambiente apenas seleciona os indivíduos, e não muda". A15

"O ambiente interfere no fenótipo do indivíduo, e não no DNA". A18

Como é evidenciado nas respostas, apesar de haver a compreensão de que o material genético é inalterado por interferência ambiental, já existe a compreensão da existência de mecanismos epigenéticos, os quais, embora não modifiquem a informação genética, podem modificar a forma como os genes são

expressos. Todavia, os acadêmicos apenas citam essa influência do meio, mas não discutem como ela ocorre, o que pode levar à reflexão se eles possuem realmente a compreensão de como essa interferência ocorre ou se compreendem que essas alterações podem ser passadas às futuras gerações por meios não genéticos, esses mecanismos ainda causam muitas discussões pela comunidade científica. Ou, ainda, se apesar de citarem a interferência do ambiente, possuem conhecimentos mais aprofundados sobre o assunto. Pensando nessas interferências, Oliveira, Brando e Caldeira (2017, p.83) destacam que, “não se pode pensar na expressão fenotípica como resultado único dos genes herdados. O ambiente, por exemplo, apresenta um amplo repertório de possibilidades para geração de fenótipos, tais como: a sazonalidade, o tipo de alimentação, a presença de predadores, entre outros”.

Os estudantes que discordaram da afirmativa utilizaram construções discursivas diversificadas para mostrar que a afirmativa estava incorreta, como é evidenciado nas justificativas a seguir:

“O ambiente pode interferir na expressão gênica desde o início da formação do indivíduo, é o que se observa, por exemplo, no caso de agentes teratogênicos”. A38

“Pode interferir em qualquer etapa do desenvolvimento, ambiente igual fatores abióticos, substâncias cancerígenas”. A26

“O ambiente pode afetar na expressão pois durante a formação do indivíduo este ainda está suscetível a ações externas, ele não está invulnerável”. A30

“O ambiente é capaz de interferir desde antes da formação e pode interferir na expressão gênica”. A20

Com a análise, é possível perceber, nos discursos dos acadêmicos, que a interferência na expressão gênica é apresentada como um dos pontos principais que mostram que a afirmativa está incorreta; outros citaram a epigenética e até mesmo o desenvolvimento biológico em seus discursos verbais.

Assim, apesar de haver aspectos que evidenciam o contato dos acadêmicos com as pesquisas mais recentes, que modificam a forma

como a evolução é compreendida, sabe-se que ainda há um longo caminho a ser percorrido para uma formação biológica mais consistente, com um arcabouço teórico e conceitual que permita debater e ensinar, considerando-se a evolução como eixo integrador dos conhecimentos biológicos, como apresentam Ceschim, Oliveira e Caldeira (2016, p. 25):

Os professores e pesquisadores formados a partir de uma perspectiva conceitual estagnada ou associada a um recorte de uma determinada época – o que tangencia uma ideia equivocada de natureza estática dos conceitos científicos – acabam por mobilizar em suas práticas de trabalho, seja na docência ou na pesquisa, elementos provenientes de um só contexto.

Assim, ao analisar as construções discursivas apresentadas pelos sujeitos na afirmativa quatro buscou-se interpretar, conforme (ORLANDI, 2009), o dito e o não dito, o que o sujeito verbaliza em um lugar com o que é discutido em outro lugar, procurando ouvir o que ele não disse, mas que constitui o sentido de suas palavras. Ao repensar as palavras de Orlandi e estabelecer uma ligação com a sala de aula, pode-se afirmar a necessidade de o docente do ensino superior trabalhar recorrendo ao contexto histórico de produção do conhecimento, mas sem deixar de incorporar às discussões os resultados e as formas atualizada de compreender do contexto atual das pesquisas em Biologia, a fim de que os estudantes percebam que o desenvolvimento da ciência é dinâmico e contínuo, portanto, nunca está terminado.

1. Considerações Finais

Com as análises das formações discursivas apresentadas nas quatro afirmativas, percebe-se que apesar de os acadêmicos possuírem conhecimentos referentes a síntese moderna e existir algum contato com os conhecimentos mais atualizados que envolvem a teoria evolutiva, ainda é necessário que a presença desses debates em sala de aula seja ampliada, possibilitando que esses conhecimentos perpassam por todas as áreas das ciências biológicas, uma vez que são necessários para uma compreensão integrada da Biologia.

Assim, Scheifele, Corazza e Justina (2020) defendem que “sem a compreensão do processo da evolução biológica e de como o ensino da Biologia pode ser organizado por meio do enfoque evolutivo, não é possível almejar uma boa formação inicial de professores de Biologia e/ou de biólogo”. Pensando nessa afirmação dos autores, é preciso intensificar nos cursos de formação de professores o trabalho envolvendo a teoria da evolução, para que estes estejam capacitados a trabalhar a Biologia utilizando a evolução como eixo integrador.

Ainda é perceptível na análise do discurso dos sujeitos a necessidade de se ampliar, nos cursos de Ciências Biológicas, as discussões referentes a conhecimentos como epigenética, Biologia do desenvolvimento, plasticidade fenotípica e nicho construído, para uma maior compreensão das teorias evolutivas. Torna-se também recomendável trabalhar com as polêmicas que envolvem o tema no meio acadêmico, uma vez que este ainda não é um consenso na comunidade científica. Com as análises das justificativas apresentadas pelos alunos também surgem indagações como: nesses cursos existe uma disciplina específica para a evolução biológica? Os professores trabalham os conteúdos utilizando a evolução como eixo integrador, para a compreensão dos conhecimentos biológicos? Esses são questionamentos pertinentes à compreensão integral dos discursos dos acadêmicos quanto ao tema evolução.

6. Referências

- ALMEIDA, Ana Maria Rocha de; EL-HANI, Charbel Niño. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. *Scientiae Studia*, v. 8, n. 1, p. 9-10, 2010.
- CESCHIM, Beatriz; OLIVEIRA, Thais Benetti; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Teoria Sintética e Síntese Estendida: uma discussão epistemológica sobre articulações e afastamentos entre essas teorias. *Filosofia e História da Biologia*, v. 11, n. 1, p. 1-29, 2016.
- DARWIN, Charles. On the origin of species. **published on**, v. 24, 1859.
- DAWKINS, Richard. **O gene egoísta**. Editora Companhia das Letras, 2007.
- DICKINS, Thomas E.; RAHMAN, Qazi. The extended evolutionary synthesis and the role of soft inheritance in evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 279, n. 1740, p. 2913-2921, 2012.
- DOBZHANSKY, Theodosius. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The american biology teacher*, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973.
- FUTUYMA, Douglas. *J. Evolution*. Sunderland, MA: Sinauer, 2013.
- GAUTHIER, Clermont. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Unijuí, 1998.
- GILBERT, S. F. **Biologia do desenvolvimento**. 5^a ed. FUNPEC editora. Ribeirão Preto – SP, 2003.
- JABLONKA, Eva; LAMB, Marion J. **Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida**. Companhia das Letras, 2010.
- LALAND K. N, ULLER T, FELDMAN M.W, STERELNY K, MULLER G.B, MOCZEK A, JABLONKA E, Odling-Smee J. **The extended evolutionary synthesis: its structure, assumption sand predictions**. The Royal Society Publishing, 2015.
- LIMA, Neuza Rejane Wille et al. Plasticidade fenotípica. *Revista de Ciência Elementar*, v. 5, n. 2, p. 017, 2017.
- MAYER, Ernst. **O que é evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.
- MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Nino. **Evolução: o sentido da biologia**. Unesp, 2005.
- MÜLLER, Gerd B. Why an extended evolutionary synthesis is necessary. *Interface focus*, 2017, 7.5: 2017.
- OLIVEIRA, Thais Benetti; BRANDO, Fernanda da Rocha, KOHLSDORF, Tiana, CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Eco-Evo-Devo: uma (re) leitura sobre o papel do ambiente no contexto das Ciências Biológicas. *Filosofia e História da Biologia*, v. 11, n. 2, p. 323-346, 2016.

- OLIVEIRA, Thais Benetti; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; BRANDO, Fernanda. Evolução biológica: ECO-EVO-DEVO na formação inicial de professores e pesquisadores. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc**, v. 12, n. 2, p. 81-98, 2017.
- ORLANDI, Eni. P. Discurso, imaginário social e conhecimento. Em aberto. **Brasília, ano**, v. 14, 1994.
- ORLANDI, Eni P. Michel Pêcheux e a análise de discurso. **Estudos da Língua (gem)**, v. 1, p. 9-13, 2005.
- ORLANDI, Eni Puccinelli. **As formas do silêncio: no movimento dos sentidos**. Editora da UNICAMP, 2007.
- ORLANDI, Eni P. Análise do discurso: princípios e procedimentos. 8 ed. Campinas – SP: Pontes, 2009.
- PIGLIUCCI, Massimo. An extended synthesis for evolutionary biology. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1168, n. 1, p. 218-228, 2009.
- PIGLIUCCI, Massimo; MULLER, Gerd. Evolution the extended synthesis. 2010.
- PÊCHEUX, Michel; Inversões, Delocamentos. Sobre a (des-) construção das teorias lingüísticas. **Línguas e Instrumentos Linguísticos, Campinas**, n. 2, p. 7-32, 1998.
- REIS, Claudio Ricardo Martins; ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison. A natureza das mudanças na biologia evolutiva contemporânea: Síntese Evolutiva Estendida?. **Revista Dissertatio de Filosofia**, v. 50, p. 133-150, 2019.
- REVERSI, L. F. **Síntese Estendida – Uma Investigação Histórico-Filosófica**. 2015. 202f. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2015
- RIBEIRO, Maria Stefânia Przybylska. Plasticidade fenotípica de características morfológicas de Drosophilacardini. 2014.
- RIDLEY, Mark. **Evolução**. Artmed Editora, 2009.
- SANTOS, Wellington Bittencourt; EL-HANI, Charbel Niño. A abordagem do pluralismo de processos e da evo-devo em livros didáticos de biologia evolutiva e zoologia de vertebrados. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 199-216, 2013
- SILVA, Mariane Tavares; SANTOS, Charles Morphy Dias. Uma análise histórica sobre a seleção natural: de Darwin-Wallace à Síntese Estendida da Evolução. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 11, n. 22, p. 46-61, 2015.
- SILVA, Aline Alves; JUSTINA, Lourdes A. Della; SCHEIFELE, Alexandre; SCHNEIDER, Eduarda Maria. Análise dos conceitos de genótipo e fenótipo em livros didáticos de Biologia brasileiros datados de 1950 a 2013. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e220973849-e220973849, 2020.
- SCHEIFELE, Alexandre; CORAZZA, Maria Júlia; DELLA JUSTINA, Lourdes Aparecida. Concepções de professores de biologia em formação inicial sobre evolução biológica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e797986421-e797986421, 2020.
- STRATHERN, Paul. Darwin e a evolução em 90 minutos. Zahar, 2001.
- TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Editora Vozes Limitada, 2012.
- VIEIRA, Gilberto Cavalheiro. Admirável mundo novo: A epigenética, 2017. In: ARÁUJO, Leonardo Augusto Luvison (Org.). **Evolução Biológica: da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2017.
- ZABOTTI, Kamilla. **Um estudo sobre o ensino dos temas “Origem da Vida” e “Evolução Biológica” em dissertações e teses brasileiras (2006 a 2016)**. 2018. 184 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de concentração: Sociedade, Estado e Educação, Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2018.





O ENSINO E A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: ENTRE O GRAMATICAL E O EMPÍRICO

THE TEACHING AND LEARNING OF MATHEMATICS: BETWEEN THE GRAMMATICAL AND THE EMPIRICAL

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS: ENTRE LO GRAMATICAL Y LO EMPÍRICO

Valdomiro Pinheiro Teixeira Junior**  , Marisa Rosâni Abreu da Silveira***,  Paulo Vilhena da Silva**** 

Cómo citar este artículo: Teixeira Jr, V. P., Silveira, M. R. A. y Silva, P. V. (2021). O ensino e a aprendizagem da matemática: entre o grammatical e o empírico. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 569-579. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16417>

Resumo

Este texto tem o objetivo de analisar possibilidades inerentes ao ensino e aprendizagem da matemática, onde buscamos refletir, a partir da filosofia da linguagem de Wittgenstein, sobre como poderíamos pensar o ensino: grammatical ou empírico? Baseado em regras ou na experiência? Realizamos um ensaio teórico, no qual discutimos inicialmente o papel grammatical da linguagem e da matemática, onde tratamos das proposições matemáticas como proposições gramaticais, e seus usos empíricos e, então, refletimos sobre possibilidades pedagógicas vislumbrando os contextos grammatical e empírico. Concluímos, a partir da análise realizada que o aluno precisa compreender regras da matemática (grammatical), mas seu ensino pode se valer de atividades de aplicação na realidade (empírico), que devem ser vistas a partir da noção de jogos de linguagem.

Palavras Chave: Matemática. Ensino. Aprendizagem. Filosofia da educação. Linguagem. Regra. Experiência.

Abstract

We analyze some possibilities inherent to mathematics teaching and learning when considering two characteristics of the mathematical propositions: we seek to reflect from Wittgenstein's philosophy of language about how we could think the teach: grammatical and empirical. Based on rules or experience? We carried out a theoretical

Received: 29 de mayo de 2020; approved: 26 de noviembre de 2020

* Este texto é uma reelaboração da tese de doutorado do primeiro autor. URL: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/9067/1/Tese_TerapiaWittgensteinEnsino.pdf

** Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professor da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Pará, Brasil. E-mail: valdomiro@unifesspa.edu.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1425-0049>

*** Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará (UFPA), Pará, Brasil. E-mail: marisabreu@ufpa.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3147-9478>

**** Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professor da Universidade Federal do Pará (UFPA), Pará, Brasil. E-mail: pvilhena@ufpa.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3989-5927>

reflection essay in which there are discussions about the grammatical role of language and mathematics. We consider the mathematical propositions as grammatical propositions, and with empirical uses from the view of the philosopher Wittgenstein. In this sense, we reflect on pedagogical possibilities by looking at the grammatical and empirical contexts. We conclude, based on the analysis performed, that student needs to understand rules of mathematics (grammatical), but also can develop application activities in reality (empirical), which must be seen from the notion of language games.

Keywords: Mathematics. Teaching. Learning. Philosophy of education. Language. Rule. Experiment.

Resumen

Este texto tiene como objetivo analizar las posibilidades inherentes a la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, donde buscamos reflexionar, a partir de la filosofía del lenguaje de Wittgenstein, sobre cómo podríamos pensar la enseñanza: ¿gramatical o empírica? ¿Basado en reglas o experiencia? Realizamos un ensayo teórico, en el que inicialmente discutimos el papel grammatical del lenguaje y las matemáticas, donde tratamos las proposiciones matemáticas como proposiciones gramaticales y sus usos empíricos, y luego reflexionamos sobre las posibilidades pedagógicas observando contextos gramaticales y empíricos. Concluimos, con base en el análisis realizado, que el alumno necesita comprender las reglas de la matemática (gramatical), pero su enseñanza puede incluir actividades de aplicación en la realidad (empírica), lo cual debe verse desde la noción de juegos de lenguaje.

Palabras clave: Matemáticas. Enseñanza. Aprendizaje. Filosofía de la educación. Lenguaje. Regla. Experimento.

1. Introdução

Reconhecemos a matemática como aporte teórico que contribui com o desenvolvimento científico e avanço tecnológico de uma sociedade. Este conhecimento precisa ser ensinado e aprendido na escola, pois ele garante, assim como os demais saberes, as bases que edificam a educação e oferecem aos sujeitos formas de compreender e interpretar o mundo. A educação matemática brasileira tem fracassado, já que os estudantes não conseguem aprender matemática, como mostram pesquisas em larga escala realizadas no Brasil acerca de níveis de letramento matemático dos alunos da educação básica, que tem mostrado seguidamente resultados abaixo do esperado (INEP, 2019).

Com a intenção de repensar essa situação de

fracasso, bem como contribuir para encontrarmos alternativas para este problema, este texto tem o objetivo de discutir o ensino e a aprendizagem da matemática, sobre os quais muitas vezes se discute sobre a necessidade ou não do aprendizado de regras, sobre a relevância do aluno construir seu próprio conhecimento, sobre a importância da ludicidade nas atividades escolares, etc. Seria o ensino da matemática mais efetivo em meio a aplicações¹ em sala de aula ou pelo ensino de regras? Ora um, ora outro pode ser utilizado na tentativa de o professor oferecer sentido aos conteúdos matemáticos ensinados aos seus alunos. Se pensarmos em um ensino apenas teórico, por vezes sentimos que falta algo que complemente a compreensão.

¹ Consideramos como aplicações, neste texto, atividades práticas, empíricas, contextualizadas ou concretas.

As aplicações práticas servem para dar sentido aos conceitos matemáticos, porém, eles sozinhos podem não oferecer uma compreensão satisfatória do conceito matemático abordado pelo professor. É nestes termos que nossa discussão se insere. Para tanto, apoiar-nos-emos na segunda filosofia da linguagem de Wittgenstein. Buscamos refletir, a partir dessa filosofia, sobre como poderíamos pensar em um ensino: grammatical ou empírico? Baseado em regras ou na experiência?

Nossa abordagem se dá por um ensaio teórico que não visa respostas ou conclusões definitivas, mas trazer reflexões para pensarmos nos desafios de nosso tempo. Conforme Meneghetti (2011), os ensaios adquiriram diversos formatos e são utilizados com diversos fins, como o literário ou o científico, o que não altera sua relevância na “aventura” de pensar e refletir sobre a realidade.

Assim, este texto tem o objetivo de analisar algumas possibilidades inerentes ao ensino e aprendizagem da matemática, quando se considera duas características da matemática, a grammatical e empírica. Deste modo, discutimos, inicialmente, o papel grammatical da linguagem, onde tratamos das proposições matemáticas como proposições grammaticais, e seus usos empíricos, na visão do filósofo Wittgenstein, e então, refletimos sobre possibilidades pedagógicas vislumbrando o contexto grammatical e o empírico.

2. O papel grammatical da linguagem e da matemática

O conceito de gramática em Wittgenstein surge em sua segunda filosofia, mas para comprehendê-lo é importante nos determos em pontos importantes de sua primeira filosofia, apresentada na obra *Tractatus Logico-Philosophicus*. Para o primeiro Wittgenstein havia uma isomorfia entre a estrutura do mundo e a estrutura da linguagem, que teria a forma lógica como base comum, uma essência. Uma proposição só teria sentido se descrevesse um fato do mundo. “Nada é acidental na lógica: se uma coisa puder aparecer num estado de coisas, a possibilidade do estado de coisas já deve estar antecipada nela” (WITTGENSTEIN, 1993, p. 130).

Segundo Glock (1998, p. 26), o Wittgenstein do *Tractatus* entende que as proposições lógicas possuem um estatuto apriorístico, pois refletem regras descritivas da realidade empírica, e, portanto, “a forma lógica essencial da linguagem é idêntica à forma metafísica essencial da realidade, uma vez que encerra os traços estruturais que a linguagem e a realidade precisam ter em comum para que aquela possa representar esta”, ou seja, a lógica é a essência que existe na base do mundo e da linguagem, e esta seria referência dos fatos do mundo.

O *Tractatus* trouxe a linguagem para o centro da discussão na filosofia, mas ainda em uma visão essencialista, pois buscava um pano de fundo comum entre a linguagem e o mundo, que seria a forma lógica, e deste modo a linguagem era considerada sob uma concepção referencial, já que era tomada apenas em sua função descritiva da realidade. Mas, Wittgenstein abandonou essa sua primeira filosofia, e de acordo com Azize (2004), passou da univocidade para a vagueza, da ideia de uma proposição linguística como figura (imagem, espelho) da realidade, para uma ideia de uma gramática autônoma, onde as regras começam a se destacar, mas em um uso na linguagem ordinária, quando veremos a pragmática linguística se revelando como o lugar dos significados.

O segundo Wittgenstein também deixa de entender a existência de apenas uma única linguagem, admitindo a existência de diversas linguagens, que tem sua compreensão dependente do contexto e das regras, isto é, da gramática, que ele considera agora como o que regula nosso fazer e pensar, isto é, toma o lugar antes reservado à lógica, mas agora, não pressupõe uma essência que esteja na base de toda e qualquer atividade. Wittgenstein, em sua segunda filosofia, substitui a lógica pelo que ele passa a chamar de gramática.

Para Wittgenstein, há duas gramáticas, a superficial (WITTGENSTEIN, 1999) - que é a que fornece regras formais, isto é, que se referem aos fatos, que se detém nas características imediatamente evidentes das expressões, em detrimento de seu uso geral – e a gramática profunda - que é seu uso prático em

uma determinada linguagem, é a que fornece as regras do uso da linguagem em seu funcionamento interno, diz respeito às regras de uso que não podem revelar-se imediatamente na forma superficial da nossa gramática.

A gramática de Wittgenstein (1999) é o conjunto de regras que permitem que demos significados ao nosso uso da linguagem, assim, a gramática nos limita e nos permite; ela nos leva a usar a linguagem dentro de um sistema, que é acordado pelos usuários de tal linguagem. Gramática é “o conjunto de usos que fazemos das palavras que podem ser expressos sob a forma de um sistema de regras” (MORENO, 2003, p. 116). Nossos usos formulam nossas regras e estas regem nossos usos.

Wittgenstein compara a gramática com o conjunto de regras que se têm no xadrez, onde para se jogá-lo deve-se seguir as regras previamente acordadas, onde se pode até fazer algum movimento diferente da regra, porém se dirá não se estar jogando xadrez, mas outro jogo. “Mas olhamos para os jogos e a linguagem sob o disfarce de um jogo jogado segundo regras. Isto é, estamos sempre comparando a linguagem com um procedimento desse tipo” (WITTGENSTEIN, 2003, p. 45).

Para o filósofo, as regras determinam e constituem o jogo, que não existe antes das regras, só dizemos que é jogo devido à existência de regras. Não há um conceito do rei no xadrez - *o rei não é, ele faz, ele é suas regras*. Não há um conceito oculto, pois, as regras não podem estar ocultas. As regras não descrevem, elas orientam, elas constituem sentidos, nos dizem o que podemos ou não podemos dizer. Porém, não podemos verificar-las como verdadeiras ou falsas, pois são proposições necessárias ou gramaticais. As regras constituem os significados, elas não descrevem os significados. Os significados não existem independentemente das regras.

De acordo com Wittgenstein (1999), a gramática não tem um fundamento justificado, como busca a filosofia tradicional, mas é arbitrária. Schmitz (2004) aponta dois sentidos nessa conclusão: primeiramente, escolhemos algumas regras (assim como poderíamos ter escolhido outras). Por exemplo, Wittgenstein

(1999) compara uma regra a uma unidade de medida, pois é escolhida arbitrariamente e a usamos. Outro sentido é que não há, de fato, qualquer justificação para o uso de tal regra, ou seja, usamos porque é assim que fazemos (e assim sempre fizemos). Se encontramos uma justificativa, é porque já estamos de posse da regra, e se usamos a regra é porque já temos a justificativa. “Se me pedem a razão pela qual escrevi 24 depois de 22, rapidamente invocarei a regra que pretendo seguir, mas se me perguntam o que significa “seguir a regra” ‘+ 2’ irei infalivelmente responder que isso significa, por exemplo, escrever 24 depois de 22” (SCHMITZ, 2004, p. 166). Estamos de certa forma presos às regras que seguimos, e assim somos treinados a agir do modo que agimos.

As regras normatizam nosso modo de viver. Elas podem ter sua origem na empiria, mas a partir de um determinado momento, tornam-se regras, e podem ser usadas então para descrever, e não são mais dependentes da empiria. Mas o que torna essas regras independentes da empiria? Para Wittgenstein é o acordo entre os usuários da linguagem. Wittgenstein (1999) não defende um simples acordo de opiniões, mas uma concordância de juízos, isto é, uma constância naquilo que ocorre, e assim temos uma concordância nas formas de vida.

Um exemplo para isto está na história da linguagem matemática, que muitas vezes teve suas regras advindas de um uso cotidiano. Wittgenstein não negava as raízes empíricas de algumas proposições matemáticas; pelo contrário, a matemática é vista como parte da história natural dos homens (WITTGENSTEIN, 1998). Uma das contribuições de Wittgenstein à filosofia da matemática, inclusive, foi apontar a natureza social da matemática. Entretanto, depois de estruturados na linguagem matemática, os conceitos tornam-se independentes, são aceitos como regras linguísticas que independem de confirmação empírica: “nós talvez tenhamos adotado que $2 + 2 = 4$ porque duas bolas mais duas bolas [em uma balança] equilibram quatro. Porém depois de adotado, este fato não diz respeito à experiência, está petrificado” (WITTGENSTEIN, 1976, p. 98). Nas

Investigações Wittgenstein (1999, p. 203) afirma:

Esta reflexão [a respeito da concordância entre os homens] deve valer também para a matemática. Se não houvesse essa total concordância, os homens não aprenderiam a matemática que aprendemos. Seria mais ou menos diferente da nossa, até o ponto de ser irreconhecível.

Esses acordos estão relacionados ao modo como vivemos, que Wittgenstein chama de *Formas de Vida*. De acordo com Moreno (2006), a garantia de uma significação se perde no turbilhão imprevisível das nossas formas de vida. A partir das formas de vida, regras são criadas e determinadas, servem aos indivíduos em determinadas situações, ou seja, as formas de vida não determinam a criação das regras, mas sim os indivíduos, tendo como base tais formas de vida.

Para Wittgenstein os conceitos são vagos, não são definições precisas, mas sim um conjunto impreciso de regras. No entanto, isso não indetermina seu significado, pois sabemos usar as palavras nas devidas situações em que somos colocados. Sabemos usar a palavra “vermelho” nas diferentes situações: “sua camisa é vermelha”, “ele está vermelho de raiva”, “Moisés abriu o Mar Vermelho”, “Parei por que o sinal está vermelho” ... A palavra “vermelho” não está ligada a apenas um objeto ou fato, mas é usada em diferentes situações para diferentes objetivos, onde em cada situação é aplicada de forma diferente, porém nem por isso dizemos que não sabemos o que é vermelho. Essas diferentes situações em que uma mesma palavra pode ser empregada são os jogos de linguagem. Wittgenstein decide chamar de jogo de linguagem “a totalidade formada pela linguagem e pelas atividades com as quais ela vem entrelaçada” (Wittgenstein, 1999, p. 30).

Com o tempo e os mais variados usos de uma palavra, expandimos os significados, ou até os reformulamos. Com o tempo podemos descrever outros usos possíveis de uma determinada palavra, inventar novos usos, descrevê-los em uma situação particular (MORENO, 2006), e assim, com o tempo e o domínio das mais variadas técnicas de uso, estaremos cada vez mais em domínio de tais usos, logo,

podemos, até não saber definir uma palavra, mas sabemos usá-la amplamente ou até poderemos sugerir uma definição, por que teremos domínio de tal palavra.

É nesse sentido que para Wittgenstein a linguagem pode ter uso gramatical ou empírico, a depender do contexto em que é aplicado. O primeiro uso, o gramatical, trata-se do uso normativo da linguagem, isto é, quando usamos a linguagem para normatizar, para definir regras. O segundo uso, o empírico, seria o uso descritivo da linguagem, que ocorre quando usamos a linguagem para descrever os fatos. As proposições gramaticais são consideradas proposições normativas, que regulam nossas práticas, que são critérios que usamos e pelas quais compreendemos a realidade (Gottschalk, 2014). Uma regra conhecida *a priori* nos permite realizar descrições, e estas mesmas podem ser usadas como paradigmas, como exemplos para a introdução de regras a aprendizes. Portanto, tais proposições normativas, podem também ser usadas como descritivas, pois justamente podem descrever fatos do mundo, mas as proposições normativas não dependem mais da realidade.

Wittgenstein afirma que todas as proposições matemáticas são *regras gramaticais*. Diz ele sobre a natureza de tais proposições:

Lembremo-nos de que, em matemática, estamos convencidos de proposições *gramaticais*; a expressão, o resultado desse convencimento é, portanto, que *aceitamos uma regra*. Estou tentando dizer algo como isto: mesmo que a proposição matemática demonstrada pareça referir-se a uma realidade fora de si mesma, esta é apenas a expressão da aceitação de uma nova medida (da realidade) (Wittgenstein, 1998, p. 162).

As proposições gramaticais, como vimos, se diferenciam de enunciados empíricos pois nada descrevem, nada dizem a respeito do mundo, apenas nos fornecem regras para o uso de palavras ou conceitos, estabelecem relações internas entre conceitos. Proposições gramaticais são anteriores à verdade ou falsidade: definem o que faz sentido

chamar de verdadeiro ou falso e assim acontece com as proposições matemáticas. A proposição “ $2 + 2 = 4$ ” não é verdadeira nem falsa, mas estabelece que é falso dizer, por exemplo, que “dois mais dois é igual a 3”, ou seja, que há algum erro no cálculo. Proposições gramaticais são enunciados que usamos com inteira certeza, são proposições que não conseguimos imaginar de outra forma.

Uma proposição empírica pode tornar-se grammatical, assim como uma proposição grammatical pode tornar-se empírica. Conforme Glock (1996, p. 211), a afirmação “O ouro tem 79 prótons” era uma descoberta empírica, mas agora é uma regra linguística que faz parte do uso da palavra ouro. Wittgenstein indica como uma asserção empírica pode tornar-se uma proposição normativa:

Qualquer proposição da experiência pode servir como regra se, como uma peça de uma máquina, verifica-se imobilidade, de modo que agora toda representação gire em torno dela e ela se torne [...] independente dos fatos (WITTGENSTEIN, 1998, p. 437). É como se tivéssemos endurecido a proposição empírica e a convertido em regra. O que temos então, agora, não é uma hipótese verificável pela experiência, mas um paradigma com o qual comparamos e julgamos a experiência, e, portanto, um novo tipo de julgamento (WITTGENSTEIN, 1998, p. 324).

Não é a empiria que nos indica como seguir as regras matemáticas, ao contrário, são as proposições matemáticas que nos dizem como agir em suas possíveis aplicações, é através das convenções linguísticas aceitas por nós – como as regras matemáticas – que apreendemos os fatos sensíveis. Não dizemos que “ $2 + 2$ ” é igual a quatro porque um par de sapatos mais um par de sapatos resultam quatro sapatos; ao contrário, é por meio da regra matemática “ $2 + 2 = 4$ ” que estamos autorizados a passar de “Vejo dois pares de sapatos” para “Vejo quatro sapatos”.

A partir do exposto, cabe a nós refletirmos, então, sobre o ensino e aprendizagem da matemática. Este ensino seria mais eficaz baseando-se na empiria ou na gramática? Na experiência ou em regras? É

o que buscamos discutir na próxima seção.

3. Reflexões sobre ensino e aprendizagem da matemática

Quando se pensa no ensino de matemática a ideia de relacionar este com a realidade parece óbvia, no entanto, há vários conteúdos da matemática que são abstratos a ponto de dificultar uma relação direta com a realidade. Por vezes, a matemática parece ser dotada de uma abstração que o seu ensino como uma linguagem parece mais adequado.

Muitos estudos em educação matemática defendem a relação da matemática com o cotidiano, um ensino de matemática contextualizado, visto que o aluno parece desempenhar bem seu papel com cálculos no cotidiano, mas fracassa nas atividades escolares, quando nelas se defrontam com símbolos, algoritmos etc. Porém, o oposto também ocorre, pois alguns alunos sabem usar regras e algoritmos em suas formas convencionais, mas não compreendem os enunciados dos problemas matemáticos escritos em linguagem natural, como no caso das situações-problema tão enfatizadas pelos documentos oficiais.

Se para alguns a matemática é tão ligada aos fatos do mundo, por que parece tão inexorável para nós? Esta discussão já é realizada há muito tempo. De acordo com Silva (2007), o filósofo Kant ao perceber essa característica da matemática, posicionou-a em lugar próprio em sua filosofia. Para Kant havia 4 tipos de juízos: o juízo sintético a posteriori é o conhecimento empírico em si; o juízo analítico a posteriori é racionalmente impossível, pois não há como algo ser explicativo, se nem existe ainda; o juízo analítico a priori é o que se sabe ser verdade por análise lógica, como algo evidente; e o juízo sintético a priori que é a grande novidade da filosofia kantiana, que se trata do conhecimento matemático. De acordo, com Kant, uma proposição matemática é um acréscimo a algo já existente, por exemplo, a proposição “um segmento de reta é a distância mais curta entre

“dois pontos” se baseia na ideia de pontos e retas. Esta foi uma forma de Kant resolver a desavença entre empiristas e idealistas para o problema do conhecimento da matemática, em que os primeiros diziam ser fruto da realidade e os idealistas, ser fruto da razão apenas.

No entanto, Wittgenstein, a partir da sua visão sobre linguagem, vai entender que as proposições matemáticas são gramaticais, com possibilidade de serem descritivas, e a matemática tem essa característica porque seus conceitos são construídos por uma demonstração, um procedimento lógico, algo que aceitamos como verdadeiro, isento de dúvidas. Além disso, as “leis” matemáticas são nosso próprio padrão de correção, adequam-se perfeitamente ao uso da linguagem com o qual estamos familiarizados (WITTGENSTEIN, 1998). Isso devido aos inúmeros usos diários e aplicações práticas que a matemática possui em nossa vida:

é essencial à matemática que signos sejam também empregados à paisana. É o uso fora da matemática, e, portanto, o significado dos signos, que transforma o jogo de signos em matemática. [...] Não há matemática pura sem alguma matemática aplicada. A matemática seria apenas um jogo se não desempenhasse algum papel em nosso raciocínio empírico (GLOCK, 1998, p. 244-245).

Nossa “necessidade matemática” se deve ao papel especial que o jogo de linguagem matemático desempenha em nossas vidas. A matemática não é um conjunto de cálculos isolados de nossos usos ou autocontidos em alguma “realidade matemática”, mas uma atividade humana, um conjunto de jogos de linguagem, relacionados uns com os outros que estão incorporados em nossa forma de vida (Gerrard, 1991).

Bouveresse (1973) observa que há muito deixamos de pensar que nossa maneira de pintar, esculturar ou compor fosse a verdadeira. Mas não conseguimos desfazer-nos da ideia de que nossa maneira de calcular corresponda a algo de verdadeiro, isso devido aos diversos usos empíricos que a

matemática desempenha em nosso dia-a-dia. Assim, parece essencial para nós que haja diferentes maneiras de pintar ou compor, porém, no outro extremo, julgamos ser necessário calcularmos todos da mesma maneira, pois é assim que nos “formamos” com esses conceitos.

De forma semelhante ao aprendizado e uso de nossa linguagem e nossa prática de seguir regras, a concordância, a regularidade, enfim, os hábitos e asserções de nossa forma de vida são imprescindíveis para os resultados na matemática e também para seu aprendizado. Wittgenstein entende que nossas proposições matemáticas são convencionais, ou seja, dependem também de nossa visão de mundo, e não de uma “realidade matemática” transcendental. Assim como no aprendizado de nossa linguagem, as proposições matemáticas precisam ser ensinadas, isto é, não são aprendidas naturalmente, portanto não são óbvias ao aprendiz.

Wittgenstein mostra que nossas proposições matemáticas são convencionais, não possuem uma “essência”, não descrevem nenhuma realidade ou fatos mundanos. Dizemos que um indivíduo sabe que “ $1 + 1 = 2$ ” porque ele expõe esse resultado em concordância com o restante de nós (Wittgenstein, 1976) e não porque esta proposição se refere a alguma realidade, seja no mundo sensível ou em qualquer outro que possamos imaginar.

Nossos conceitos matemáticos são criações humanas que resultaram do acordo de juízos, não por acordo de opiniões, por exemplo, a regra gramatical que afirma que dois mais três são cinco é uma norma, assim como $(-1) \times (-1) = 1$ é uma das convenções matemáticas. Por nossa vontade, mas também por persuasão fomos convencidos que dois mais três são necessariamente cinco e passamos a nos engajar a esta regra que recebemos como herança de sociedades anteriores à nossa. As proposições matemáticas são normativas, não são descritivas como as proposições empíricas, mas podem ser descritivas, depende do uso que fazemos delas. Em sala de aula o professor na atividade de ensino, ora tenta mostrar ao aluno

que uma determinada operação tem sentido, ora explica que é uma convenção.

Como explicar aos alunos que o produto de -1 por -1 é igual a +1? Perguntas como esta tornam-se um dilema para o professor quando pretende ilustrar alguns conceitos matemáticos por meio da realidade. É preciso que reconheçamos que as convenções matemáticas, quando criadas, não exigiam sentido, tal como a raiz quadrada dos números negativos, mas que com o passar do tempo encontraram perfeita correspondência nos estudos de correntes elétricas. Acontece que

O espírito objetivo corresponde à esfera das significações comuns instituídas, sociais, públicas. Uma significação comum institucional é caracterizada pelo lado estrutural, relacionando não duas subjetividades livres, mas dois parceiros (pelo menos) cujos papéis são definidos por regras (professor/classe, etc.) (GARRETA, 1998, p. 251)

Neste sentido, para Descombes (2000), o vínculo social do mestre e do aluno não é uma ligação entre um indivíduo e outro indivíduo, é um lugar de oposição entre dois status complementares. As instituições sociais são regras convencionais criadas pelo homem, tais como a linguagem, por exemplo, nós decidimos empregar a palavra “vermelho” para tal cor, “azul” para outra cor e estes nomes dados a diferentes cores são criações nossas porque assim nós decidimos. Não é acordo de opiniões, mas acordo de formas de vida.

Para Moreno (2001, p. 255), “O consenso gramatical não é empírico, mas intersubjetivo, ao evocar nossa convicção e certeza” a respeito do que fazemos com as proposições gramaticais.

o consenso gramatical é intersubjetivo, por tratar-se de acordos sobre formas de vida, maneiras de falar, pensar, sentir e de agir em comunidade sobre o que existe e o que tem ou não sentido. É o consenso a respeito da essência da objetividade – das cores, da percepção, dos comportamentos, objetos, estados mentais, das entidades lógicas e matemáticas –, a

respeito do sentido de nossa experiência em geral, e não, apenas, acordo de opiniões a partir de convenções sociais datadas. (MORENO, 2001, p. 256)

No consenso de nossas regras gramaticais, as imagens podem enganar na formulação de nossos conceitos e é por isso que devemos ter cautela ao ensinarmos matemática aos alunos. Algumas aplicações ou experimentos utilizados por professores para dar sentido aos conceitos matemáticos são de grande importância para a aprendizagem do aluno em matemática. Mostrar, por exemplo, que o valor de π (pi) pode ser encontrado pela razão entre a medida do comprimento da circunferência e a medida do comprimento de seu diâmetro auxilia na ilustração da origem desse número.

Ver as imagens da figura 1 abaixo e dizer que a da esquerda é um quadrado é se submeter à ilusão de que seja um quadrado simplesmente por sua aparência. Portanto, aparentar ser um quadrado, não significa que realmente seja um quadrado. A imagem da direita representa um quadrado porque tem as condições necessárias para sê-lo, têm os quatro lados iguais e quatro ângulos de 90 graus. A gramática da matemática é o conjunto de regras que precisam ser seguidas para que o aluno tenha êxito na sua aprendizagem de conceitos matemáticos, mas, tais regras podem ser ensinadas

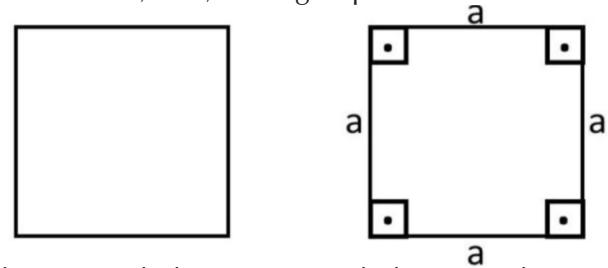


Figura 1. Quadrado aparente e quadrado conceitual. **Fonte:**

com sentido, tal como no desenvolvimento do produto notável abaixo que serve para mostrar a justificativa que o quadrado da soma de a e b por meio de sua representação geométrica.

Segundo Wittgenstein (1987), a proposição $2 + 3 = 5$ não é um experimento porque é uma regra gramatical que não é verificável, ou seja, não é

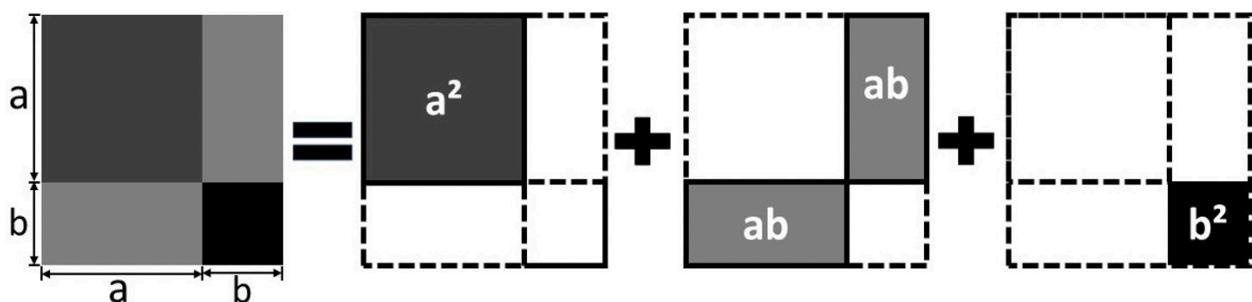


Figura 2. Representação geométrica de $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

verdadeira nem falsa, mas uma norma a ser seguida. O cálculo em si não é um experimento, ele passa a ser um experimento, por exemplo, quando o professor quer saber se seu aluno sabe calcular, tal como a operação de cálculo $2 \text{ maçãs} + 3 \text{ maçãs} = 5 \text{ maçãs}$. É a experiência com cálculos que ensina o aluno a calcular, pois estando educados para uma técnica na medida em que calculam também estão educados para um ponto de vista, que está tão firmemente assentado com esta técnica.

A regra gramatical $2 + 3 = 5$ é condição de sentido para o cálculo $2 \text{ maçãs} + 3 \text{ maçãs} = 5 \text{ maçãs}$, justamente porque é a aplicação da regra (Silveira, 2005). Assim, podemos perceber que as regras matemáticas estudadas na escola podem estar em desacordo com a experiência quando aplicadas ao cotidiano do aluno, uma vez que no cotidiano pode haver acordos locais, dependendo do contexto.

Sousa (2017) salienta que os acordos que os estudantes fazem entre si representam uma forma de vida das palavras pronunciadas, durante o desenvolvimento das tarefas de modelagem matemática. Buscam palavras com sentido para juntos pensarem uma resolução para o problema levantado. Segundo a autora, as estratégias por meio da modelagem matemática em meio a ajustes e acordos entre os grupos de alunos que participaram de sua pesquisa proporcionam a utilização de proposições empíricas que após o processo de modelagem se transformam em equações matemáticas. A equação que resulta da experiência é uma proposição matemática que com o passar do tempo se transforma em uma regra, ou melhor, passa a ser uma proposição

normativa.

Estas e outras tarefas ajudam a ilustrar os conceitos matemáticos para que tenham sentido. Wittgenstein (1995, p. 263) afirma que 300 não tem significado, “existem 300 homens neste colégio” é um dos significados possíveis dado a 300.

As práticas pedagógicas que os professores utilizam para mostrar o vínculo de conceitos matemáticos com a realidade servem para oferecer dinâmicas alternativas que ilustram a formação de conceitos, mas elas sozinhas não apresentam sentido, já que a matemática é normativa. Bastaria dizer ao aluno que a soma dos ângulos do triângulo é 180 graus ou seria melhor representar com uma figura ou realizar um experimento, fazer com que os alunos desenhem e recortem um triângulo no papel e posteriormente juntem os ângulos? Se um professor simplesmente expressa regras pode gerar confusões, assim como na utilização de experimentos.

As proposições matemáticas diferem de proposições empíricas porque são atemporais e permitem generalizações. Quando demonstramos uma proposição matemática, sobre um triângulo retângulo, por exemplo, estamos demonstrando uma propriedade que é válida para todos os triângulos que possuam a propriedade de ser retângulo, independente se é aqui ou em outro país, hoje ou amanhã – ou seja, independem de fatos contingentes, como é o caso das proposições empíricas.

Para Wittgenstein (1998), as proposições matemáticas fornecem um “quadro de referência” para descrições. Assim, as proposições da

matemática são paradigmas para proposições empíricas. Deste modo, é necessário que os alunos sejam colocados em contato com as diversas formas de apresentação, pois o significado é o uso, e o conhecimento matemático não se encontra fixo em uma forma ou outra, mas entre o grammatical e o empírico, e a pragmática é o ambiente que possibilita a aprendizagem.

Wittgenstein apresenta na segunda fase de sua filosofia uma nova visão sobre o significado. Para o filósofo o significado é o uso. É a variedade de usos das palavras em diferentes contextos o que favorece a significação das mesmas. Esses diversos usos parecem mostrar uma indefinição sobre o significado, pois uma só palavra parece ter diversas interpretações, mas o significado versa nesse conjunto de usos, e a situação mostra um aspecto desse conjunto, desse modo, formamos o significado sobre uma palavra nos usos diversos que efetuamos, considerando as semelhanças quando usamos nessas diversas situações.

As regras definem os usos, e usamos as palavras de acordo com as regras, e é nesse uso que o significado vai se expandindo. A regra já não contém em si sua aplicação, como o referencialismo leva a entender, como se um signo já contivesse seu significado, independente de como é aplicado. E isto só é possível devido primeiramente um consenso e em seguida o treino, que nada mais é do que o uso diário em repetidas atividades cotidianas.

Os usos de uma palavra podem ser direcionados, como é feito, na escola, por exemplo. Assim, o ensino pode ser compreendido como um treino de variadas técnicas de uso, como se faz com os ditados na língua portuguesa ou a tabuada na matemática, mas que poderíamos atribuir a quaisquer atividades rotineiras, mesmo que sejam a prática de atividades lúdicas ou o trabalho com situações-problemas. Com o uso frequente e variado, diversas descrições, os significados vão se ampliando, mas podem ser direcionados, e assim, promover redirecionamentos, quando se perceber que o significado não está sendo construído, ou se está de forma equivocada.

É nesse sentido que propomos neste texto que o ensino da matemática deve acontecer entre o empírico e o grammatical. O empírico se refere a experimentos, contextualizações, atividades que busquem dar sentido ao que se aprende, e o grammatical se trata de regras, normas e convenções. Embora a matemática possa ser considerada como normativa, e deste modo, independente das situações concretas do dia-a-dia, ela possui as mais variadas aplicações em nossos jogos de linguagem da vida cotidiana. Não podemos nos limitar a um aspecto somente, mas trabalhar com a aquisição de sentido por parte dos alunos, sem cair em uma supervalorização do cotidiano e do que é considerado útil para a vida, assim como devemos ensinar técnicas linguísticas, mas evitando cair em um formalismo abstrato, sem sentido para o aluno.

4. Considerações finais

São cada vez mais comuns os debates sobre como ensinar matemática, seja em textos acadêmicos, ou na conversa entre professores em escolas. Por vezes alguns docentes acreditam que as aplicações do conteúdo são o caminho a seguir, enquanto outros apostam em enfatizar no ensino das regras e procedimentos matemáticos. Buscamos mostrar que essa dicotomia não é necessária e que o ensino dessa disciplina pode estar entre o grammatical e o empírico, isto é, deve levar em conta a empiria quando for o caso, sem deixar de lado o aprendizado das técnicas matemáticas.

Nesse sentido, a forma de se descrever o mundo ou trazer exemplos da realidade deve ser visto a partir da noção de jogo de linguagem, ou seja, não são as descrições em si que nos permitem compreender ou que nos leva a descobrir conceitos, mas são as palavras ditas em situações, e o recorrente uso das mesmas nestas e em outras situações. O jogo de linguagem é o que possibilita as proposições normativas e as descrições, que podem servir como paradigmas que auxiliam na aceitação e fixação de regras, e depois são partes dos diversos usos que podemos fazer com as regras que já dominamos.

Portanto, o aluno precisa aprender a dominar as técnicas matemáticas, precisa compreender suas regras (gramatical), mas seu ensino pode se valer de atividades de aplicação, que lhes dê um sentido mais próximo de sua vida (empírico).

5. Referências

- AZIZE, RL. Os inícios da abertura pragmática de Wittgenstein: o princípio do contexto. **Cognitio/Estudos**: Revista Eletrônica de Filosofia. Centro de Estudos do Pragmatismo – Programa de Estudos Pós-Graduados em Filosofia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, n. 1, 2004. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitio/article/download/5406/3857>. Acesso em: 09 set. 2018.
- BOUVERESSE, J. Linguagem ordinária e filosofia. Em: SUMPFI et al. **Filosofia da linguagem**. Coimbra: Almedina, 1973. p. 71-138.
- DESCOMBES, V. Philosophie des représentations collectives. **History of the Human Sciences**, SAGE Publications, 13 (1), pp.37-49, 2000. Disponível em: https://jeannicod.ccsd.cnrs.fr/ijn_00000511/document. Acesso em: 30 dez. 2017.
- GERRARD, S. Wittgenstein's philosophies of mathematics. **Synthese**, n. 87, Kluwer Academic Publishers, p. 125-142, 1991.
- GLOCK, HJ. Necessity and normativity. Em: SLUGA, H; STERN, DG. **The Cambridge Companion to Wittgenstein**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. p. 198-225.
- _____. **Dicionário Wittgenstein**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1998.
- GOTTSCHALK, CMC. Fundamentos filosóficos da matemática e seus reflexos no contexto escolar. **International Studies on Law and Education**, v. 18, p. 73-82, 2014.
- INEP. **Relatório SAEB**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, 2019.
- MENEGHETTI, FK. O que é um ensaio-teórico? **RAC**, Curitiba, v. 15, n. 2, pp. 320-332, Mar./Abr. 2011.
- MORENO, AR. Wittgenstein e os valores: do solipsismo à intersubjetividade. **Natureza Humana**, v. 3, n. 2, p. 233-288, jul.-dez. 2001.
- _____. Descrição fenomenológica e descrição grammatical: ideias para uma pragmática filosófica. **Revista Olhar**, UFSCar, v. IV, n.7, p. 94-139, 2003.
- _____. **Wittgenstein**: os labirintos da linguagem. Campinas: Editora Moderna, 2006.
- SCHMITZ, F. **Wittgenstein**. São Paulo: Liberdade, 2004.
- SILVA, Jairo José da. **Filosofias da matemática**. São Paulo: Editora da UNESP, 2007.
- SILVEIRA, MRA. **Produção de sentidos e construção de conceitos na relação ensino/aprendizagem da matemática**. 2005. 175f. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- SOUZA, B. N. A. **A Matemática em atividades de modelagem matemática: uma perspectiva wittgensteiniana**. 2017. 316f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, 2017.
- WITTGENSTEIN, L. **Wittgenstein's Lectures on the Foundations of Mathematics, Cambridge 1939 (LFM)**. Hassocks: Harvester Press, 1976.
- _____. **Observaciones sobre los fundamentos de la matemática**. Madrid: Alianza Editorial, 1987.
- _____. **Tractatus logico-philosophicus**. São Paulo: Edusp, 1993.
- _____. **Cours sur les fondements des mathématiques**. Toulouse: Éditions T. E. R., 1995.
- _____. **Remarks on the foundations of mathematics**. Oxford: Blackwell, 1998.
- _____. **Investigações filosóficas**. São Paulo: Nova cultural, 1999.
- _____. **Gramática filosófica**. São Paulo: Loyola, 2003.





FUTEBOL EM SALA DE AULA: A GEOMETRIA DINÂMICA E A INTERPRETAÇÃO DE UM LANCE POLÊMICO

SOCER IN THE CLASSROOM: DYNAMIC GEOMETRY AND THE INTERPRETATION OF A POLEMIC MOVE

FÚTBOL EN EL AULA: GEOMETRÍA DINÁMICA E INTERPRETACIÓN DE UNA JUGADA POLÉMICA

Lucas Siviero Sibemberg*  , Márcia Rodrigues Notare** 

Cómo citar este artículo: Sibemberg, L. S.; Notare, M. R. (2021). Futebol em Sala de Aula: a geometria dinâmica e a interpretação de um lance polêmico. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 580-593. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16919>

Resumo

Durante o ano de 2019 um lance polêmico entre dois times do futebol brasileiro dividiu opiniões. Neste lance um jogador, aparentemente em posição de impedimento, marcou um gol, que foi validado com uma nova tecnologia digital presente nos jogos de futebol: o VAR (Video Assistant Referee). No presente artigo abordamos este lance de gol, utilizando matemática para explicar o porquê de a decisão final do VAR ter sido correta. Em seguida, apresentamos uma possível abordagem da jogada polêmica de futebol em sala de aula, a partir de uma atividade exploratória em ambiente de geometria dinâmica para o desenvolvimento de conceitos de projeção ortogonal e habilidades de visualização espacial. A atividade foi aplicada com estudantes do Ensino Médio e os resultados apontam que a exploração do modelo construído com geometria dinâmica auxiliou os alunos no entendimento do lance de futebol em questão e na compreensão do conceito de projeção ortogonal.

Palavras chave: Visualização Espacial. GeoGebra. Tecnologia Digital.

Abstract

In 2019 a controversial bid between two Brazilian football teams divided opinions. In this move, a player, apparently in an offside position, scored a goal validated with a new digital technology present in football games: the VAR (Video Assistant Referee). In this paper, we approach this goal throw, using mathematics to explain why VAR's final decision was correct. Then, we present a possible approach to the controversial play

Received: 29 de agosto de 2020; approved: 8 de julio de 2021

* Licenciado em Matemática. Universidade Federal do Rio Grando do Sul (UFRGS), Brasil. E-mail: lucas.siviero@ufrgs.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3347-5064>

** Doutora em Informática na Educação. Universidade Federal do Rio do Sul (UFRGS), Brasil. Docente do Instituto de Matemática e Estatística (IME-UFRGS), do Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática (PPGEMAT-UFRGS) e do Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE-UFRGS). E-mail: marcia.notare@ufrgs.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2897-8348>

of soccer in the classroom, from an exploratory activity in a dynamic geometry environment developing orthogonal projection concepts and spatial visualization ability. We work with high school students. Results show that this activity exploring the build model, through dynamic geometry, helped students to understand the soccer move in question, comprehending the concept of orthogonal projection, and developing spatial visualization ability.

Keywords: Spatial Visualization. GeoGebra. Digital Technology

Resumen

Durante 2019, un movimiento polémico entre dos equipos de fútbol brasileños dividió opiniones. En esta jugada, un jugador, aparentemente en posición de fuera de juego, marcó un gol, que fue validado con una nueva tecnología digital presente en los juegos de fútbol: el VAR (Video Assistant Referee). En este artículo abordamos este lanzamiento de meta, utilizando las matemáticas para explicar por qué la decisión final del VAR fue correcta. A continuación, presentamos un posible acercamiento al polémico juego de fútbol en el aula, basado en una actividad exploratoria en un entorno de geometría dinámica para el desarrollo de conceptos de proyección ortogonal y habilidades de visualización espacial. La actividad se aplicó a estudiantes de secundaria y los resultados muestran que la exploración del modelo construido con geometría dinámica ayudó a los estudiantes a comprender el movimiento de fútbol en cuestión y a comprender el concepto de proyección ortogonal.

Palabras clave: Visualización espacial. GeoGebra. Tecnología digital. la física. Estado del arte.

1. Introdução

Em todo mundo há diferentes esportes que são jogados e atualmente o futebol, esporte mais jogado no Brasil, é considerado um dos esportes mais famosos do mundo. De acordo com a entidade máxima do futebol FIFA (Federación Internacional de Futebol, 2018), somente na última copa do mundo, em 2018, o futebol contou com mais de 3,5 bilhões de espectadores e, apesar de não ser o esporte que mais movimenta dinheiro do mundo, movimenta cifras bilionárias no mercado todo ano. Uma das possíveis razões que faz o futebol ser tão apaixonante pode estar relacionada com a aleatoriedade que está presente em campo, fato de ser um dos esportes mais imprevisíveis devido aos pequenos placares, partidas terminadas em empates, placares menos previsíveis que em outros esportes, gols de sorte (ANDERSON; SALLY, 2013).

Essa aleatoriedade pode passar a mensagem de que futebol e Matemática são temas disjuntos. Neste artigo mostraremos que a ideia de que futebol e Matemática não se misturam pode estar equivocada e que, graças à Matemática, podemos ver jogos mais justos no futebol.

No futebol há um árbitro, que é responsável pelo cumprimento das regras em cada jogo, dois auxiliares em campo, cujo objetivo é ajudar o árbitro a tomar as melhores decisões e um quarto árbitro que pode substituir tanto o árbitro, quanto algum dos auxiliares. Porém, as ações do árbitro muitas vezes abrem margem para decisões questionáveis em campo.

Portanto, nos últimos anos podemos dizer que houve uma revolução no futebol com a implementação da tecnologia digital, para auxiliar na análise de imprecisões e possibilitar uma revisão

do jogo e das jogadas a partir de diversos ângulos, deixando o futebol mais justo. Essa tecnologia, conhecida como VAR (Video Assistant Referee)¹, vem sendo utilizada em situações em que o árbitro tenha tomado a decisão errada em algum lance em campo.

No dia 12 de junho de 2019, dois times brasileiros de futebol estavam jogando pelo campeonato do país. Podemos dizer que o VAR mudou a história desse jogo em um lance no qual foi identificado um erro da arbitragem. Normalmente, o ocorrido seria considerado um lance normal, o qual os torcedores aceitariam, porém, em decorrência de algumas particularidades deste lance, muitas pessoas contestaram a decisão final.

A situação ocorrida nesse jogo desencadeou a pesquisa aqui apresentada, que integra futebol, aprendizagem de projeção ortogonal e geometria dinâmica. Dessa forma, os objetivos desse artigo são: (i) analizar a jogada e argumentar, com fundamentação matemática, o equívoco na decisão final, evidenciando as aproximações que podem existir entre Matemática e futebol; (ii) apresentar uma proposta de atividade que articula o lance de futebol com o estudo de projeção ortogonal em ambiente de geometria dinâmica; (iii) e analizar os dados produzidos a partir de aplicação da proposta elaborada com estudantes do Ensino Médio. À luz de fundamentação teórica sobre o desenvolvimento da visualização espacial proposta por Gutiérrez (1996), analisamos como a atividade proposta contribuiu para o desenvolvimento de habilidades de visualização espacial nos alunos que participaram da pesquisa.

2. O desenvolvimento de habilidades de visualização espacial

Neste artigo estamos interessados em analisar um lance ocorrido no campo de futebol e discutir o potencial de sua aplicabilidade na sala de aula para o desenvolvimento da visualização espacial. Portanto, para esta análise, é necessário

compreender o conceito de visualização espacial. Para Gutiérrez (1996) podemos separar o conceito de visualização espacial em quatro habilidades principais: imagens mentais, representação externa, processo de visualização e habilidades de visualização.

Gutiérrez (1996) entende que a imagem mental é o elemento mais básico que o estudante precisa para “aprender a construir, transformar e analisar objetos geométricos (grifo nosso) a fim de adquirir uma boa capacidade de visualização espacial²” (GUTIÉRREZ, 1996, p. 25, tradução nossa). Presmeg (1986) apresenta alguns exemplos de imagem mental, salientando que a imagem concreta é considerada a forma mais simples de imagem mental, sendo o tipo de imagem que normalmente utilizamos para representar, por exemplo, poliedros. Já a imagem dinâmica envolve movimento mental de algum objeto, portanto ela permite ver este objeto em qualquer posição desejada, mas exige maiores habilidades de visualização espacial.

Para Gutiérrez (1996), a representação externa corresponde a representações, sejam elas verbais ou gráficas, de um objeto ou propriedades dele. Essas representações podem ser feitas por meio de imagens, desenhos, gráficos, etc. A representação externa é importante para a criação e transformação da imagem mental.

O processo de visualização está dividido em dois processos inter-relacionados, em que o primeiro “é o processo de converter dados abstratos e não figurativos em imagens visuais, e também converter uma imagem mental em outra³” (GUTIÉRREZ, 1996, p.26) chamado de processamento visual. O segundo é o processo de interpretação de informação figural, que consiste no “processo de ler, analisar e entender representações espaciais, como representações no plano ou imagens mentais de poliedros, a fim de obter algum dado deles⁴” (GUTIÉRREZ, 1996, p.26).

² “[...] learn to construct, transform, and analyze them in order to acquire a good capability of spatial visualization” (GUTIÉRREZ, 1996, p.25).

³ “[...] is the process of converting abstract and non-figurative data in visual images, and also that of converting a mental image into another one” (GUTIÉRREZ, 1996, p.26).

⁴ “[...] is the process of reading, analysing and understanding spatial representation, such as plane representations

1 Árbitro de Vídeo

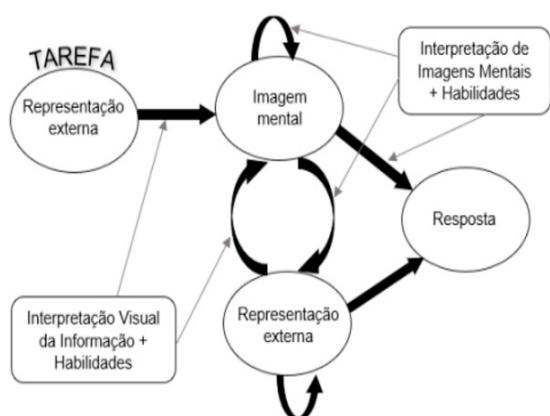


Figura 1. Principais elementos de visualização na solução de uma tarefa matemática. **Fonte:** LEMMERTZ, 2019 apud Gutiérrez, 1996, p.21

A última componente da atividade de visualização são as habilidades de visualização, em que “a aprendizagem e a melhoria dessas habilidades são a chave de todo o processo de visualização espacial⁵” (GUTIÉRREZ, 1996, p.26, tradução nossa). Assim o aluno deve ser capaz de escolher qual habilidade de visualização usar, dependendo do problema que estiver resolvendo. Dois exemplos de habilidades espaciais são: a percepção figura-fundo, em que se espera que o sujeito identifique um certo objeto isolado de um contexto complexo e a percepção de relações espaciais, em que se espera que o sujeito consiga relacionar objetos, figuras e/ou imagens mentais uns com os outros. O diagrama da Figura 1, elaborado por Gutiérrez (1996), traduz como deve ser o processo de resolver uma tarefa, em que é necessário o uso da visualização geométrica. Neste processo, primeiro interpretamos a tarefa utilizando a representação externa, assim geramos a primeira imagem mental. Com essa imagem o aluno realiza um processo de raciocínio visual, em que dependendo da tarefa ou das habilidades dos estudantes, podem ser geradas novas imagens mentais e representações externas antes do aluno chegar em uma resposta

or mental images of polyhedra, in order to obtain some data from them” (GUTIÉRREZ, 1996, p.26).

⁵ “The learning and improvement of these abilities is the key in the whole process of spatial visualization” (GUTIÉRREZ, 1996, p.26).

(GUTIÉRREZ, 1996).

Esse processo ajuda a compreender como um problema que envolve visualização espacial pode ser resolvido. A seguir, discutimos as contribuições dos recursos tecnológicos, em especial a geometria dinâmica, no desenvolvimento da visualização espacial.

3. A geometria dinâmica e a visualização espacial

De acordo com Santos e Moita (2016), os recursos tecnológicos podem contribuir para o processo de aprendizagem, pois permitem ao professor interpretar, refletir e criar processos de ensino inovadores, numa prática produtiva e dinâmica, reinventando o ato de educar.

Em seus estudos Gutiérrez (1996) mostra que, com o auxílio da geometria dinâmica, os estudantes tendem a aprender propriedades de objetos geométricos com mais profundidade, justificando que, a partir de uma imagem estática, nem sempre é possível tirar conclusões sobre o objeto explorado. Gutiérrez (1996) ressalta que os estudantes tendem a tirar conclusões sobre propriedades do objeto geométrico apenas pelo seu desenho estático na tela, como por exemplo, concluir que um ângulo é agudo apenas porque assim o estudante o está vendo na imagem.

Assim,

[...] uma das principais contribuições das tecnologias digitais para a educação matemática foi tornar possível a “concretização” dos objetos matemáticos na tela do computador, dando a sensação de realismo e de existência material pela possibilidade de manipulação e alteração de suas propriedades (NOTARE E BASSO, 2016, p. 2).

Dessa forma o uso da geometria dinâmica torna-se cada vez mais necessário em sala de aula, tendo papel fundamental no desenvolvimento do pensamento geométrico.

Para Notare e Basso (2016), um dos fatores determinantes para a habilidade de visualização e pensamento espacial é a capacidade de manter e manipular em mente uma imagem preservando

uma variedade de elementos. Assim, o pensamento espacial deve contemplar habilidades como gerar uma imagem, analisar uma imagem para identificar informações sobre ela, transformar ou operar sobre uma imagem, e manter uma imagem a serviço de alguma operação mental. Isso implica que os processos mentais envolvidos em habilidades espaciais devem ser capazes de conter informações que permitam a reconstrução da imagem, com um grau elevado de isomorfismo com a imagem externa observada (Notare e Basso, 2016).

Assim, percebe-se que a ação mental tem papel fundamental no processo de visualização espacial e, nesse sentido, defendemos a utilização de construções e manipulações em ambiente de geometria dinâmica para apoiar a construção de imagens mentais. Manipulações dinâmicas permitem ações como experimentar, analisar e refletir sobre ideias, com o realismo necessário para apoiar a construção de imagens mentais adequadas.

Notare e Basso realizaram um experimento com um grupo de alunos de um Mestrado Profissional em Ensino de Matemática. Os alunos foram desafiados resolver um problema de geometria espacial de duas formas diferentes: com papel e lápis e, em outro momento, com auxílio do software de geometria dinâmica GeoGebra 3D. Analisando os dados, os autores verificaram que, ao tentar resolver o problema apenas com papel e lápis, de forma estática, alguns estudantes erram a resposta, pois “construíram uma imagem figural equivocada dos sólidos destacados” (Notare e Basso, 2016, p.4).

Após essas respostas, os alunos são incentivados a representar a situação problema no GeoGebra 3D, utilizando suas possibilidades de construção e dinamismo. Nessa situação, os estudantes conseguem solucionar o problema com sucesso, dada a riqueza de elementos e a possibilidade de manipulação que a construção dinâmica oferece. Logo, é notado que o GeoGebra 3D permite a construção de objetos dinâmicos isomorfos à

situação real.

Sibemberg (2020) realizou uma pesquisa com alunos procurando investigar, a partir de uma sequência de atividades em ambiente de geometria dinâmica, se a geometria dinâmica pode auxiliar na visualização da projeção ortogonal de objetos geométricos. Na pesquisa, verificou que, quando os alunos podiam manusear os recursos de geometria dinâmica na tela do computador para construir sólidos, eles identificavam quando o sólido construído respeitava propriedades geométricas ou não.

Lemmertz (2019) realizou uma pesquisa com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental. A partir de uma sequência de atividades a autora buscou investigar se tarefas envolvendo a manipulação de objetos tridimensionais físicos e digitais podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades de visualização espacial. A autora verificou que as habilidades de visualização espacial foram necessárias para o raciocínio geométrico, que ajudou os alunos a criarem imagens mentais dos objetos que, provavelmente, não poderiam construir apenas com representações bidimensionais desses sólidos.

A partir desses estudos, percebemos que a geometria dinâmica potencializa o aprendizado de geometria espacial e auxilia no desenvolvimento de habilidades espaciais. Assim, surge um questionamento: será que a geometria dinâmica pode auxiliar no entendimento de uma situação da vida real?

Na próxima seção apresentamos o lance do jogo de futebol que estamos analisando e mostraremos porque ele foi considerado um lance polêmico.

4. O Lance

O lance discutido nesse artigo ocorreu no jogo entre os times Internacional e Bahia em Porto Alegre, válido pela nona rodada do Campeonato Brasileiro de Futebol 2019. Aos 20 minutos do primeiro tempo de jogo, o jogador A do Internacional tocou a bola para o jogador B, que



Figura 2. Momento em que o jogador A toca a bola para o jogador B. **Fonte:** Globo Esporte, 2019

marcou o gol. Na Figura 2 podemos observar o exato momento em que o jogador A toca a bola para o jogador B.

A polêmica desse lance ocorreu porque, em um primeiro momento, o árbitro considerou o jogador B em impedimento, invalidando o gol. Porém, depois de realizada a revisão no VAR, o árbitro reviu sua decisão e considerou que o jogador B não estava em posição de impedimento, validando o gol. De acordo com a CBF (Confederação Brasileira de Futebol) (2018/19)⁶ um jogador estará em posição de impedimento quando:

- qualquer parte de sua cabeça, corpo ou pés estiver na metade do campo adversário (excluindo a linha de meio de campo) e se
- qualquer parte de sua cabeça, corpo ou pés estiver mais próximo da linha de meta adversária do que a bola e o penúltimo adversário. As mãos e os braços dos jogadores, inclusive dos goleiros, não são considerados.

Um jogador não se encontrará em posição de impedimento quando estiver em linha com:

- o penúltimo adversário ou;
- os dois últimos adversários.

Assim, no exato momento apresentado na Figura 2, surge a polêmica do lance: O jogador B está em impedimento, isto é, o jogador B encontra-se à frente de todos os jogadores do time Bahia

(jogadores de branco) com exceção do goleiro? Vale observar que os braços do jogador não são considerados para a posição de impedimento. Para grande parte dos telespectadores e, inclusive, os comentaristas⁷ do jogo, o jogador B encontra-se em posição de impedimento, e a imagem da Figura 2 também sugere isso. Um diálogo entre narrador e comentarista durante a checagem do VAR é apresentado a seguir:

*É, o jogador B “tá” a frente, disse o narrador;
Tem muita dúvida não né [...] tava impedido
“juizão”, tava impedido, vamo “pro” jogo, disse o
comentarista;
Aí estão as polêmicas do VAR, uma demora em
lances extremamente simples, disse o narrador.*

Após alguns instantes, o árbitro de jogo com auxílio do VAR validou o gol, gerando uma grande polêmica no cenário nacional. Dessa forma, no dia seguinte o chefe de arbitragem da CBF explicou o que o Árbitro de Vídeo observou e analisou a imagem na câmera para que fosse validado o gol, afirmando que

É feita uma calibragem de todas câmeras, é parada a imagem no momento do toque do jogador de cabeça e, a partir daí, a gente trabalha com a linha vertical. A gente puxa essa linha em relação à linha de fundo, vê qual o ponto do jogador, nesse caso o ponto dele mais próximo da linha de fundo é o ombro, faz uma

⁷ Pessoas que, durante a transmissão do jogo na televisão e/ou internet, comentam os lances do jogo.

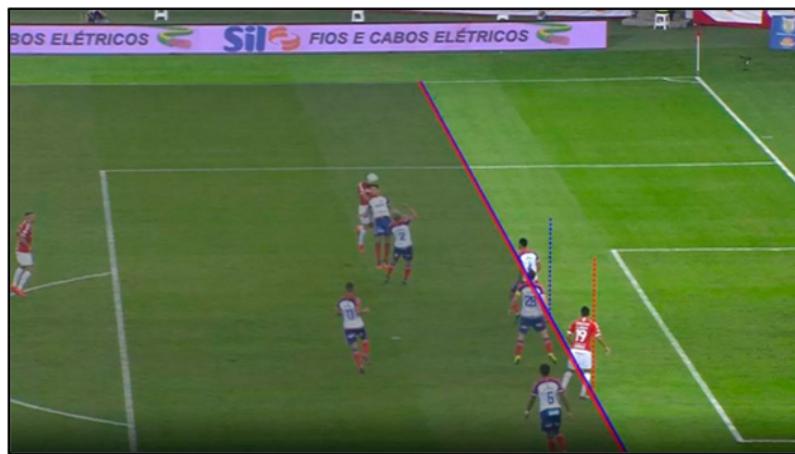


Figura 3. Momento que o jogador A toca a bola para o jogador B com as linhas de impedimento. **Fonte:** Globo Esporte, 2019

projeção ao solo e vai até o jogador do Bahia, pois com a imagem em diagonal a gente não consegue ver o pé do jogador, que está dando condição (GACIBA, 2019). Enquanto o chefe da arbitragem explicava o ocorrido, a imagem de campo ilustrada na Figura 3 foi divulgada nos principais sites de esporte do Brasil mostrando as linhas mencionadas pelo chefe de arbitragem.

O interessante na Figura 3 é que, mesmo após a divulgação da imagem, o público em geral não aceitou o fato do jogador B não estar em posição de impedimento, como mostram alguns dos comentários mais curtidos da página do SporTV8 abaixo:

“Desculpa, mas pra mim ele continua com o corpo a frente dos zagueiros. Impedimento claro.” Com 451 likes⁹.

“Esse VAR contra o Bahia foi uma vergonha nacional, manchando a verdadeira função da tecnologia, que se usada por pessoas competentes irá contribuir bastante para o futebol mundial. Não precisa ser especialista em computação gráfica para ver o tamanho da burrice desmontada por essa equipe de Inter X Bahia. Lamentável!” Com 40 likes.

“Isso mostra bem como esses caras enxergam o povo brasileiro, nos enxergam como ignorantes... Querem manipular o que está claro nas imagens, chega a ser bizarro... A mesma coisa de tentar convencer que 2 + 2 é 5, piada.” Com 11 likes.

⁸ Canal de esportes.

⁹ O número de likes é o número de pessoas que curtiram aquele comentário

Uma das possíveis razões para a insatisfação dos torcedores com a resolução do lance pode ser pelo fato de só estar disponível uma imagem que mostra um único ângulo de visão, a partir de uma imagem estática de um evento em movimento, que pode resultar na construção de uma imagem mental restrita e equivocada. Como afirma Gutiérrez (1996), é comum que estudantes tirem conclusões sobre sólidos apenas pelo que estão vendo em uma imagem estática, em que, nem sempre, as propriedades observadas são verdadeiras, pois não há o realismo necessário para apoiar a construção de uma imagem mental adequada (NOTARE e BASSO, 2016).

Para compreender melhor a situação apresentada, na próxima seção abordamos a matemática envolvida neste lance, e como ela sustentou a validação do gol do time Internacional.

5. Matemática no lance

Pode não parecer, mas há muita matemática envolvida no lance discutido nesse artigo. Primeiro vamos destrinchar a fala do chefe de arbitragem e entender o funcionamento do VAR e porque a decisão foi acertada. A Figura 4 apresenta a imagem do lance com a marcação de cada jogador ou linha que será citado no texto.

No início de seu comentário, o chefe de arbitragem afirma que, com a imagem parada “é feita uma

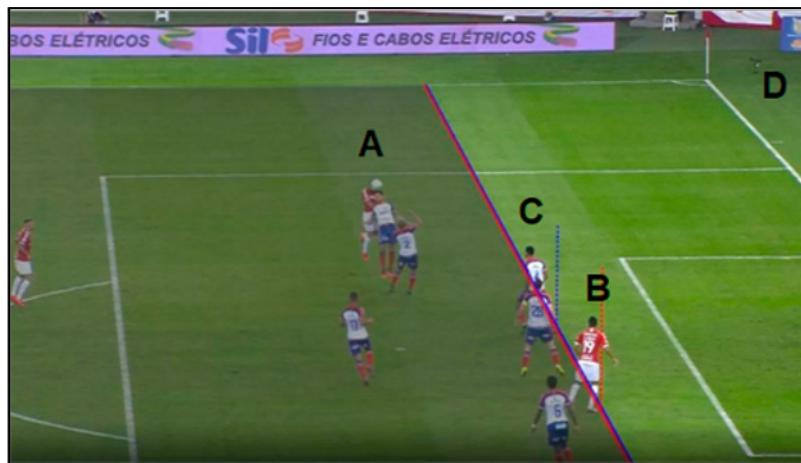


Figura 4. Momento que o jogador A toca a bola para o jogador B, mostrando a posição do jogador C. **Fonte:** Globo Esporte, 2019

calibragem de todas câmeras, [...] e a gente trabalha com a linha vertical". Como já discutimos anteriormente, uma imagem estática pode não apresentar todas as nuances de um fenômeno e, consequentemente, conduzir à construção de imagens mentais equivocadas. Assim, o primeiro passo tomado pela arbitragem de vídeo é juntar imagens de todos os ângulos de visão que possuem, para determinar a imagem que melhor representa o posicionamento dos jogadores em campo. A linha vertical mencionada pelo chefe de arbitragem corresponde à linha paralela à linha de fundo (representada pela letra D na Figura 4), linha que evidenciará qual jogador está à frente: o jogador B ou o jogador C.

Para explicarmos essa situação, é fundamental pensarmos em uma equivalência: um jogador está à frente de outro se, e somente se, esse jogador está mais próximo da linha de fundo do campo adversário. Para analisar essa situação, podemos dizer que o jogador está mais perto da linha de fundo do campo adversário ao minimizarmos a função que leva o ponto mais à frente do jogador em cada ponto da linha de fundo, ou, de uma maneira mais simples, projetamos o ponto na linha de fundo e calculamos a distância entre esses dois pontos. Este resultado é importante, pois agora não comparamos os jogadores entre si e sim cada jogador com a linha de fundo e analisamos qual a

menor distância.

Dando continuidade à análise do comentário, percebemos que o chefe de arbitragem afirma que o VAR analisa qual o ponto do jogador B está mais próximo da linha de fundo, que, neste caso, é o ombro. Para compreender esse comentário, vamos utilizar um conceito fundamental da Matemática, a projeção ortogonal. A "projeção ortogonal é a representação de um objeto em um plano de projeção, quando as linhas visuais são perpendiculares a este plano" (Hoelscher, R.P.; Springer, C.H.; Dobrovolsky, J.S., 1978). No caso que estamos analisando, a projeção ortogonal do jogador atacante no campo é um ponto - que chamaremos de E - no gramado, que minimiza a distância do ombro do jogador em relação ao gramado. O chefe de arbitragem comenta que o pé do jogador C é a parte de seu corpo que está mais próxima da linha de fundo e assim marcamos o ponto F e, utilizando a projeção ortogonal desses pontos sobre a linha de fundo, podemos comparar as distâncias dos pontos E e F em relação à mesma. Com auxílio do GeoGebra, ilustramos os pontos E e F na Figura 5.

Vamos entender o porquê de traçarmos as retas paralelas à linha de fundo (retas que o chefe de arbitragem denomina como retas verticais). Na Figura 4, essas retas, são representadas pelas retas azul e vermelha. Como são construídas essas retas

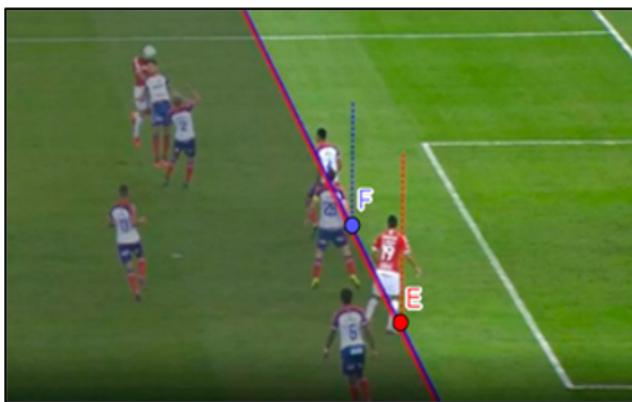


Figura 5. Projeções ortogonais no campo dos pontos mais próximos da linha de fundo. **Fonte:** Globo Esporte, 2019

e como sabemos até onde traçá-las? Para construí-las, utilizamos os pontos E e F e usamos uma propriedade das retas paralelas: dada uma reta r e um ponto A existe uma, e somente uma, reta paralela à r que passa por A. Dessa forma, a reta será construída corretamente, pois basta traçarmos retas paralelas à linha de fundo que passem pelos pontos E e F.

É importante observar a importância da utilização de retas paralelas, mas ainda não argumentamos sobre o porquê de retas paralelas proporcionarem uma análise precisa da situação. Para tal, citamos mais uma propriedade de retas paralelas: dadas duas retas r e s paralelas e dados dois pontos da reta r , as distâncias de ambos à reta s são iguais. Assim, essa propriedade permite deixar de comparar o ponto E com o ponto F e compararmos quaisquer dois pontos, um da reta azul e um da reta vermelha, isto é, basta analisar qual reta - azul ou vermelha - está mais próxima da linha de fundo, o que, de acordo com a compilação de imagens feita pelo recurso tecnológico disponível para o árbitro de vídeo, é a reta azul, permitindo afirmar que o jogador C está à frente e, consequentemente, o jogador B não está em posição de impedimento. O tempo de resolução de um impedimento no jogo precisa ser o menor possível, portanto mesmo havendo várias formas de responder se um jogador está em posição de impedimento ou não, o método mais simplificado é o que é implementado no jogo de futebol.

6. Interpretando o lance como uma tarefa de visualização geométrica

Na fundamentação teórica, ressaltamos os aspectos que integram a visualização espacial e destacamos como Gutiérrez (1996) observa o processo de resolução de um problema espacial. Podemos analisar esse lance de futebol como uma tarefa geométrica à luz do diagrama elaborado por Gutiérrez.

Primeiro definimos a tarefa. O que motivou a dúvida no telespectador que estava assistindo ao jogo? Saber se o jogador estava impedido ou não. Assim, esta tornou-se a tarefa do telespectador. A representação da jogada que o telespectador teve foi a imagem estática ilustrada na Figura 2, gerando a primeira imagem mental.

Nessa imagem mental, o telespectador tenta comparar a distância dos jogadores B e C, com relação à linha de fundo. Conforme o telespectador assiste ao mesmo lance, mais ele confirma que sua decisão está correta, apoiado na representação estática da Figura 2. Gutiérrez (1996), em seu diagrama de resolução de um problema de visualização espacial (Figura 1), mostra que - antes de encontrar uma resposta de uma tarefa - é necessário obter algumas imagens mentais e representações externas que vão aprimorando o resultado final.

Para isso as habilidades espaciais auxiliam no processo. Neste caso, as habilidades mais evidentes seriam percepção de relações espaciais (pois estamos comparando o corpo de dois jogadores) e percepção figura-fundo (pois estamos querendo analisar o posicionamento dos jogadores e a posição da câmera de jogo, e as linhas do campo de futebol nos induzem a uma resposta).

Neste momento, percebe-se que as imagens estáticas podem conduzir a conclusões equivocadas, pela restrição de propriedades que podem ser identificadas. A manipulação da imagem pode auxiliar no processo de construção de uma imagem mental adequada e a geometria dinâmica ajuda nesse processo. Se, no instante

em que foi parada a câmera, tivéssemos um recurso que girasse a câmera em pelo menos 180° no sentido horizontal, poucas pessoas ficariam com dúvidas sobre o lance, afinal seria possível observar o lance de outros pontos de vista, fornecendo elementos para criar o realismo necessário para apoiar a construção da imagem correta. Essencialmente, mesmo alguém com domínio das habilidades espaciais teria dúvida no lance, afinal sem manipular a imagem, pouco podemos afirmar sobre o lance. Assim, a resposta de alguém com domínio das habilidades espaciais seria, possivelmente, um “não sei”. Portanto, a utilização do software utilizado para construir as linhas na Figura 3 permite tirar uma conclusão sobre o acontecimento.

A partir do lance de futebol, pensamos em uma tarefa geométrica para ser discutida e explorada com estudantes, colocando em pauta o desenvolvimento de habilidades espaciais de cada um e a importância da geometria dinâmica para tirarmos conclusões que não são possíveis com uma imagem estática. A seguir apresentamos a atividade baseada no lance de futebol, realizada com alunos do 2º ano do Ensino Médio.

7. Em sala de aula

Apresentamos aqui uma atividade, recorte de um trabalho mais amplo de conclusão de curso (SIBEMBERG, 2020), que foi aplicada para sete alunos do 2º ano do Ensino Médio, cujo foco era estudar e desenvolver habilidades espaciais para a compreensão de projeção ortogonal e sua importância para a construção das linhas de impedimento no lance. Para realizar a atividade, os alunos que foram divididos em três duplas e um aluno que trabalhou individualmente. Os estudantes serão referenciados pela letra inicial de seus nomes.

A atividade iniciou com uma conversa sobre o lance polêmico: o pesquisador perguntou aos alunos se lembravam do lance e todos responderam que tinham conhecimento do

Você concorda com a decisão final de validar o gol? Por que? _____
Por que você acha que esse lance foi polêmico? _____

Figura 6. Perguntas iniciais da atividade. **Fonte:** Acervo pessoal

mesmo. Então o pesquisador pediu para que cada dupla respondesse às questões apresentadas na Figura 6. As respostas foram realizadas antes de qualquer tipo de discussão sobre o lance.

Analisando as respostas, verificamos que todos concordaram com a decisão final do VAR. Uma observação importante é que, como os sete alunos torcem para o time que teve o gol validado, os sete alunos, possivelmente, tendem a concordar com a decisão final do VAR. Sobre a explicação da razão do lance ter sido polêmico, o aluno P respondeu que o ângulo da câmera “deixa” o jogador em posição de impedimento (Figura 7). O pesquisador, ao observar essa resposta, perguntou à dupla:

Pesquisador: *Então a câmera deixou o jogador em posição de impedimento? É ela quem decide quem tá em posição de impedimento?*

P: *Não, assim não. O ângulo dela que faz o Jogador B parecer em impedimento.*

Pesquisador: *É uma questão de perspectiva né, só tem como o jogador tá ou não tá impedido, mas pra gente saber se tá ou não, tem que pegar o ângulo certo.*

Os estudantes G e D responderam que o lance é polêmico pois o Jogador B está à frente dos jogadores do time adversário (com exceção do goleiro) (Figura 8). O pesquisador observou a resposta da dupla e comentou “É exatamente isso! O problema todo é porque o Jogador B parece tá na frente, isso é polêmico. Mas por que que ele parece que tá na frente, se ele não tá?”. G respondeu “Por causa da câmera, por que a gente tá olhando pela câmera errada”. Essa discussão foi feita com os demais alunos e as respostas assemelham-se às supracitadas.

Após essa discussão, os sete alunos assistiram a um vídeo indicado na atividade (Figura 9). Neste vídeo, o chefe de arbitragem da CBF (Confederação Brasileira de Futebol) explica como é a construção

Você concorda com a decisão final de validar o gol? Por que? concordo porque pela ajuda do VAR foi possível analisar a posição do jogador.

Por que você acha que esse lance foi polêmico? pelo fato que olhando pela câmera gravada a ilusão deixa o jogador em posição de impedimento.

Vamos abrir o seguinte link:

Figura 7. Resposta do aluno P. **Fonte:** Acervo pessoal

Você concorda com a decisão final de validar o gol? Por que? Sim, porque o VAR validou o gol e porque o mesmo tem um sistema de câmeras que mostra a posição do jogador.

Por que você acha que esse lance foi polêmico? Porque parece que o jogador está a frente do segundo da Bahia.

Figura 8. Respostas dos alunos G e D. **Fonte:** Acervo pessoal

da linha de impedimento pelo software utilizado pela CBF¹⁰. Ressaltamos que, em dado momento do vídeo, o chefe de arbitragem da CBF comenta que a construção linha de impedimento é realizada a partir de todas as câmeras que mostram ângulos diferentes do mesmo lance. O pesquisador comentou esse fato com os alunos, como mostra o extrato de diálogo abaixo.

Pesquisador: *O que foi fundamental ali? Pra que a linha tivesse certa?*

G: *Alguém com a mão boa, pra acertar* (referindo-se ao fato que uma mão humana encontra o melhor ponto para definir a posição do jogador).

Pesquisador: *Sim, isso sim, mas por que ele tem tanta precisão pra acertar o impedimento?*

G: *Por que ele é um cara treinado.*

Pesquisador: *Vocês não acham que olhar em várias*

10 Esse vídeo ficou disponível dois meses depois do lance polêmico entre Internacional e Bahia, que foi o pioneiro.



Figura 9. Imagem do Vídeo em que o chefe de arbitragem da CBF explicando a construção da linha de impedimento.

Fonte: Acervo pessoal

câmeras ajuda?

D: *Sim, até por que ele pode marca uma coisa numa câmera e fica na outra* (referindo-se a quando é feita uma marcação em uma câmera, esta marcação fica presente em todas as outras câmeras).

Pesquisador: *Sim, daí a gente olha por vários ângulos diferentes.*

P: *Que nem a jogada do Inter. Foi polêmico porque já que a maioria que tava vendo pela tv tiveram uma conclusão, o ângulo muda muito* (referindo-se a jogada ilustrada na Figura 2).

Após assistir ao vídeo e discutir com os alunos sobre a situação, o pesquisador solicitou que todos os grupos abrissem um arquivo (Figura 10) de uma construção dinâmica realizada no GeoGebra. Neste arquivo, construído pelo pesquisador, há uma reconstrução da linha de impedimento no GeoGebra, em que os jogadores são substituídos por cilindros, o cilindro azul representa o defensor e o cilindro vermelho o atacante. Nessa construção,

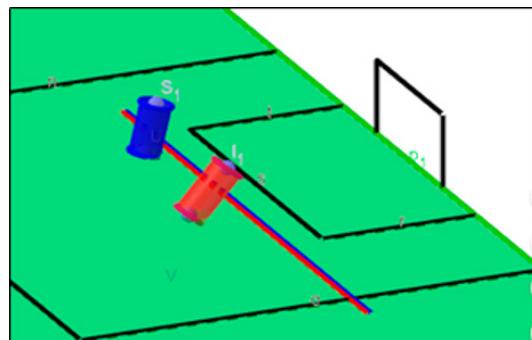


Figura 10. Representação da linha de impedimento no GeoGebra. **Fonte:** Acervo pessoal

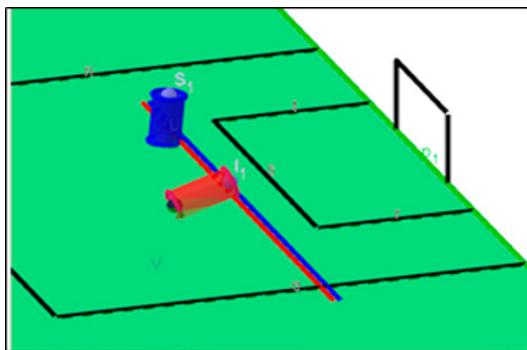


Figura 11. Demonstração de movimento de rotação de um dos cilindros. **Fonte:** Acervo pessoal

os alunos podem mover o ponto central da circunferência da base superior do cilindro, para alterar sua inclinação (Figura 11). No centro da circunferência da base inferior do cilindro há um ponto que, quando movimentado, move o cilindro para uma outra posição do campo (Figura 12). Observamos que qualquer movimento feito nos cilindros, representados nas Figura 11 e Figura 12, alteram dinamicamente a linha de impedimento do jogador.

Os alunos exploraram a construção com o objetivo de responder à pergunta: “A projeção ortogonal é importante nessa situação?”. Na construção, há diversos objetos geométricos auxiliares ocultados, em que os alunos podiam, caso quisessem, fazê-los aparecer novamente para apoiar a exploração e análise que estavam realizando. Duas etapas importantes da construção estão ilustradas nas Figura 13 e Figura 14, que realçam as retas perpendiculares construídas para projetar o ponto V_1 no solo, determinando o ponto Z_1 , foram destacadas pelo pesquisador.

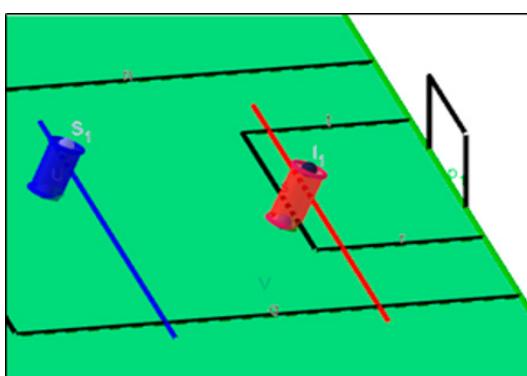


Figura 12. Demonstração de movimento de translação de um cilindros. **Fonte:** Acervo pessoal

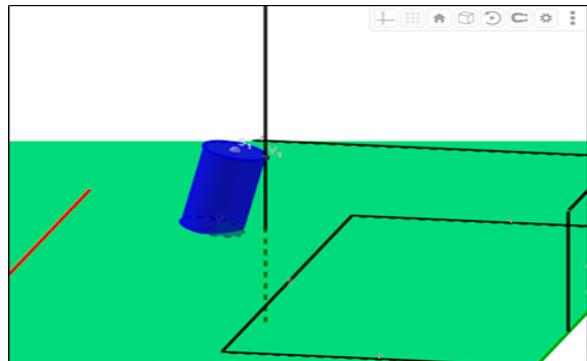


Figura 13. Evidencia o ponto do cilindro mais próximo da linha de fundo. **Fonte:** Acervo pessoal

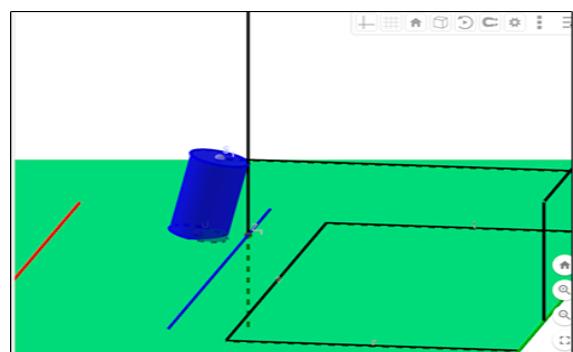


Figura 14. Evidencia a Projeção Ortogonal do ponto mais perto da linha de fundo. **Fonte:** Acervo pessoal

Sem mais intervenções do pesquisador, cada grupo respondeu à pergunta supracitada. Duas das quatro respostas podem ser conferidas nas Figura 15 e Figura 16. Os estudantes M e V responderam que “Ela (a projeção ortogonal) constrói a linha de impedimento”. Então o pesquisador buscou entender o que a dupla afirmou.

Pesquisador: *Então a projeção constrói a linha, não precisa mais nada?* (Insinuando que bastaria construir a projeção ortogonal do jogador que estaria tudo resolvido)

M: *Não sor, mas é que com a projeção a gente marca esse ponto aqui* (ponto Z_1 na Figura 14) *e cria essa linha aqui* (referindo-se a reta azul na Figura 14).

Pesquisador: *Mas como tu cria essa linha?*

M: *Com o ponto.*

Pesquisador: *Tá, olha só, tu pegas e projetas e marca aquele ponto. Feito? Mas aqui (por esse ponto) pode passar várias retas né? Essa daqui que a gente criou (reta) é especial, não?*

M e V observaram a construção.

M: *Ata.*

Pesquisador: *Essa reta aqui é paralela a linha de fundo. Isso que ela tem de especial. E a projeção é*

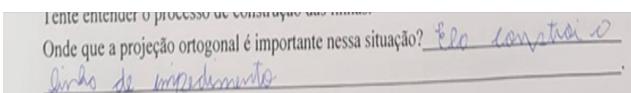


Figura 15. Resposta dos alunos M e V.. **Fonte:** Acervo pessoal

importante, por que ela nos dá onde a gente cria essa linha.

G e D comentaram com o pesquisador em tom de brincadeira que, na verdade, a projeção ortogonal “não servia para nada” para marcar a linha de impedimento. O pesquisador, então, respondeu (em bom humor) “Então faz o seguinte, a projeção não serve pra nada né? Exclui o ponto ali de baixo” (o ponto que representa a projeção ortogonal do ponto mais perto da linha de fundo do jogador). O aluno excluiu o ponto e, assim, a linha de impedimento também foi deletada. O pesquisador

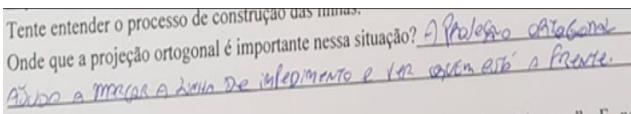


Figura 16. Resposta dos alunos G e D. **Fonte:** Acervo pessoal

complementou “Agora faz a linha de novo, mas sem projetar o ponto”. G respondeu “Daí tu me complica, sor”. O pesquisador complementou “Mas é isso. Sem ela (projeção ortogonal) tu não marca a linha (de impedimento)”. Posteriormente, esses alunos responderam à pergunta deste exercício, que pode ser conferida na Figura 16.

Acreditamos que a geometria dinâmica ajudou os alunos no processo de entender e visualizar o lance de impedimento, pois com ela foi possível recriar a situação com alguma verossimilhança, dando um indício positivo para o questionamento feito ao fim do referencial teórico. Na construção, pode-se movimentar o cilindro como se este fosse um jogador de futebol movendo-se em campo, para frente, para trás, para os lados, cabeceando (inclinado), e, ao fazer qualquer movimento, a “linha de impedimento” do jogador (cilindro) movimenta-se junto. Assim, é possível visualizar como a projeção ortogonal do ponto mais próximo à linha de fundo do jogador se comporta, enquanto movimentamos o jogador. Esse movimento pode possibilitar estudantes a construírem imagens mentais dinâmicas que os ajudem desenvolver suas

habilidades de visualização, além de estimulá-los a refletir sobre suas conclusões frente à alguma afirmação em relação a uma imagem estática. Dessa forma, essa atividade mostra que o lance de futebol pode estimular o pensamento geométrico espacial dos alunos, utilizando um dos esportes mais aleatórios: o futebol.

8. Considerações Finais

Nesse artigo abordamos um lance polêmico ocorrido no futebol brasileiro no ano de 2019 e procuramos mostrar o porquê desse lance ter dividido opiniões. Além disso explicamos a abordagem utilizada pelos árbitros da CBF (Confederação Brasileira de Futebol) para tirar uma conclusão no lance. Por fim, a partir do lance de futebol, foi realizada uma atividade sobre visualização espacial e projeção ortogonal com alunos do Ensino Médio, em que os alunos discutiram o lance polêmico e procuraram entender, com auxílio do software de geometria dinâmica GeoGebra 3D, o porquê da decisão final do árbitro.

Acreditamos que o lance foi polêmico, pois o ângulo que a câmera que captura a imagem estava em posição que sugere uma impressão de que a decisão final do VAR foi incorreta. Utilizando conceitos de projeção ortogonal, percebemos a teoria que está por trás das linhas que foram construídas na projeção do ponto mais próximo da linha de fundo de cada um dos jogadores mais próximo da linha de fundo e, assim, concluir porquê a decisão final estava correta.

É importante observar que, de forma alguma, estamos tecendo uma crítica àqueles que acreditam que o árbitro errou em sua decisão final, apenas utilizamos a matemática, mais especificamente a geometria euclidiana, para corroborar com a decisão final.

Uma atividade foi realizada com alunos de Ensino Médio, com o objetivo de discutir o lance de futebol na sala de aula e, além disso, descobrir por que a projeção ortogonal foi importante na resolução da situação de impedimento. Para isso os

alunos exploraram uma construção do GeoGebra 3D que lhes permitiu utilizar a dinamicidade proporcionada pelo software. Concluímos que o dinamismo do software ajudou os alunos no entendimento da polêmica da situação do futebol. No vídeo, ilustrado na Figura 9, o chefe de arbitragem explicou algumas ideias que foram discutidas nesse texto e, ao finalizar, ele afirmou: "Mágica? Não, tecnologia a serviço da arbitragem." fazendo referência ao fato da tecnologia estar tornando o jogo de futebol mais justo, auxiliando o árbitro em lances polêmicos. Gostaríamos de complementar sua frase, finalizando este artigo: Mágica? Não! Matemática e tecnologia a serviço da arbitragem e do espectador de futebol.

9. Referências

- GLOBO ESPORTE. **Chefe de arbitragem da CBF divulga imagem e explica lance polêmico do VAR em Inter x Bahia.** Por SporTV.com, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://sportv.globo.com/site/programas/redacao-sport/noticia/chefe-de-arbitragem-da-cbf-divulga-imagem-e-explica-lance-polemico-do-var-em-inter-x-bahia.ghtml>. Acesso em: 28 mar. 2020.
- GUTIÉRREZ, A. **Children's ability for using different plane representations of space figures**, en Batturo, A.R. (ed.), *New directions in geometry education* (pp. 3342). Brisbane, Australia: Centre for Mathematics and Science Education, Q.U.T. Disponível em: <https://www.uv.es/angel.gutierrez/marcotex.html>. Acesso em 26 jun. 2019.
- GUTIÉRREZ, A. **Procesos y habilidades en visualización espacial.** In: Memorias del 3er Congreso Internacional sobre Investigación en Educ. Mat., Valencia, EspN. 1991. p. 44-59. Disponível em: <https://www.uv.es/angel.gutierrez/archivos1/textospdf/Gut92b.pdf>. Acesso em 26 jun. 2019
- GUTIÉRREZ, A. **The aspect of polyhedra as a factor influencing the students' ability for rotating them**, en Batturo, A.R. (ed.), *New directions in geometry education* (pp. 23-32). Brisbane, Australia: Centre for Mathematics and Science Education, Q.U.T. Disponível em: <https://www.uv.es/angel.gutierrez/marcotex.html>. Acesso em 26 jun. 2019.
- for Mathematics and Science Education, Q.U.T. Disponível em: <https://www.uv.es/angel.gutierrez/marcotex.html>. Acesso em 26 jun. 2019.
- GUTIÉRREZ, A. **Visualization in 3-Dimensional Geometry: In Search of a Framework.** in L. Puig and A. Gutierrez (eds.) *Proceedings of the 20th conference of the international group for the psychology of mathematics education* (vol. 1, pp. 319). Valencia: Universidad de Valencia. 1996. Disponível em: <https://www.uv.es/angel.gutierrez/marcotex.html>. Acesso em 26 jun. 2019.
- HOELSCHER, R.P.; SPRINGER, C.H.; DOBROVOLNY, J.S. **Expressão Gráfica de Desenho Técnico.** Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1978.
- LEMMERTZ A. S. **Visualização espacial via exploração de objetos tridimensionais.** 2019. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- NOTARE M. R.; BASSO M. V. A. **Geometria Dinâmica 3D – novas perspectivas para o pensamento espacial.** Renote, V. 14 N° 2, dezembro, 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70683>. Acesso em 26 jun. 2019.
- SANTOS, J. J. A.; MOITA, F. M. G. S. C. **Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Matemática análise de sua importância na aprendizagem de conceitos de probabilidade.** 2016. Disponível em: http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/artigos/objetos_comunica13.pdf. Acesso em 26 jun. 2019.
- SALLY, D.; ANDERSON, C. **The Numbers Game: Why Everything You Know about Soccer Is Wrong.** New York: Penguin Books. 2013.
- SIBEMBERG, L. S. **GeoGebra 3D no Ensino Médio:** Uma possibilidade para a aprendizagem de projeção ortogonal. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2020.





EXPERIMENTAÇÃO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: PERCEPÇÕES E CONCEPÇÕES DE ALUNOS E PROFESSORES

CHEMISTRY EXPERIMENTATION IN HIGH SCHOOL: STUDENT AND TEACHER PERCEPTIONS AND CONCEPTIONS

EXPERIMENTACIÓN DE QUÍMICA EN LA ESCUELA SECUNDARIA: PERCEPCIONES E CONCEPCIONES DEL ESTUDIANTE Y DEL MAESTRO

Geórgia Cristiane Zimmer* , Quelen Colman Espíndola Lima** ,

Mara Regina Bonini Marzari*** , Vanderlei Folmer**** 

Cómo citar este artículo: Zimmer, G. C., Lima, Q. C. E., Marzari, M. R. B. y Folmer, V. (2021). Experimentação de Química no Ensino Médio: Percepções e Concepções de Alunos e Professores. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 594-605. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16210>

Resumo

Este trabalho teve como objetivo investigar percepções e concepções de professores e alunos na realização da experimentação de Química no Ensino Médio, em um colégio técnico integrado. Para alcançar o objetivo proposto, realizou-se uma entrevista com as duas professoras de Química, e um questionário foi aplicado com os alunos do terceiro ano do Ensino Médio. Na entrevista com as professoras, foi observado que a falta de um laboratorista e a baixa carga horária da disciplina de Química dificulta a realização das aulas experimentais. Referente às respostas dos alunos, constatou-se que eles gostam das aulas de Química teóricas e experimentais, sendo que por meio da experimentação conseguem correlacionar a teoria com a prática. Isso pode estar relacionado ao método de ensino que as professoras utilizam e também pelo colégio apresentar um laboratório de Química equipado, e que quando possível, são realizadas aulas experimentais de Química. Este trabalho mostra que mesmo em uma escola técnica equipada, ainda se tem outros fatores que dificulta a frequência das aulas práticas no laboratório de Química. Para aprofundar os estudos realizados é necessária uma maior investigação a respeito de como esses fatores elencados afetam diretamente o ensino, envolvendo um maior número de escolas. Além disso, torna-se importante avaliar de que forma, mudanças no método de ensino influenciam diretamente no aprendizado de Química.

Palavras chave: Experimentação. Ensino de Química. Ensino Médio. Laboratório de

Received: 28 de mayo de 2020; approved: 26 de noviembre de 2020

* Doutora em Ciências – Química Orgânica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. E-mail: georgia.zimmer1510@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9259-5835>

** Mestra em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguaiana Brasil. E-mail: quelenespindola13@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8343-2279>

*** Doutora em Ciências – Química Orgânica, Professora Adjunta da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguaiana, RS, Brasil. E-mail: marabmarzari@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8235-1514>

**** Doutor em Ciências Biológicas. Professor Adjunto da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Uruguaiana, RS, Brasil. E-mail: vandfolmer@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6940-9080>

Química. Ensino de Ciências.

Abstract

This work aimed to investigate the perception and conception of teachers and students in the experimentation of Chemistry, in High School, at a technical college integrated. To achieve the purpose, an interview was conducted with the two Chemistry teachers and applied a questionnaire to students in the third year of high school. Through the teacher's interview, we could evidence the lack of a laboratory technician and the low course load of the discipline difficult to carry out experimental classes. Regarding the students' answers, we found that they like the theoretical and experimental Chemistry classes, given that through experimentation they can correlate theory with practice. This result, may answer back to the teaching method, and also due the school has an equipped Chemistry laboratory, the reason why, when possible, experimental Chemistry classes are carried out. This work shows that, even in an equipped technical school, there are still other factors that hinder the frequency of practical classes in the Chemistry laboratory. In order to deepen the studies carried out, further investigation is needed as to how these listed factors directly affect teaching, involving a greater number of schools. In addition, it is important to assess how changes in the teaching method directly influence the learning of Chemistry.

Keywords: Experimentation. Chemistry Teaching. High School. Chemistry Laboratory. Science Teaching.

Resumen

Este trabajo tiene como objetivo investigar las percepciones y concepciones de profesores y estudiantes en la experimentación de la química en la escuela secundaria, en una escuela técnica integrada. Para lograr el objetivo propuesto, se realizó una entrevista con los dos profesores de Química y se aplicó un cuestionario a los estudiantes en el tercer año de la escuela secundaria. En la entrevista con los docentes, se observó que la falta de un técnico de laboratorio y la baja carga de trabajo de la disciplina Química dificultan la realización de las clases experimentales. Con respecto a las respuestas de los estudiantes, se descubrió que les gustan las clases de Química teórica y experimental, ya que por medio de la experimentación se puede correlacionar la teoría con la práctica. Esto puede estar relacionado con el método de enseñanza que usan los maestros y también porque la escuela tiene un laboratorio de Química equipado y permite realizar clases experimentales de Química. Este trabajo muestra que incluso en una escuela técnica equipada, existen otros factores que dificultan la frecuencia de las clases prácticas en el laboratorio de Química. Para profundizar los estudios realizados, se necesita más investigación sobre cómo estos factores enumerados afectan directamente a la enseñanza, involucrando a un mayor número de escuelas. Además, es importante evaluar cómo los cambios en el método de enseñanza, influyen directamente en el aprendizaje de la Química.

Palabras clave: Experimentación. Enseñanza de Química. Escuela Secundaria. Laboratorio de Química. Enseñanza de Ciencias.

1. Introdução

A experimentação no ensino de Ciências é amplamente discutida entre pesquisadores da área da educação em Ciências (GALIAZZI et al., 2001), entretanto a prática experimental ainda não se tornou rotina dentro dos educandários. Desta forma, encontramos um ensino descontextualizado que pode comprometer a aprendizagem e, consequentemente, os alunos acabam perdendo o interesse e o estímulo (MOREIRA et al., 2019). Vale destacar que utilizar a experimentação no ensino de Ciências como metodologia de ensino é extremamente importante para o aprendizado dos educandos. Esse tipo de abordagem desperta um forte interesse nos diversos níveis de escolarização, pois os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Segundo FREIRE (2005) as aprendizagens acontecem de maneiras distintas para cada educando, isso porque estão relacionadas a vários fatores que o tornam significativas, à medida que a construção do conhecimento é realizada em cada sujeito.

No Brasil, apenas 49,3% das escolas públicas que oferecem Ensino Médio Regular, apresentam um laboratório de Ciências, sendo que muitos sem condições reais de uso. (BRASIL 2010; SANTANA et al., 2019) Já outros laboratórios são equipados, e muito desses estão localizados em escolas técnicas integradas ao Ensino Médio e mesmo assim enfrentam dificuldades para desenvolver atividades experimentais para complementar a teoria da sala de aula.

As atividades experimentais podem ser organizadas de maneiras distintas. ARAÚJO e ABIB (2003) classificaram as atividades experimentais em três tipos de abordagens: atividades de demonstração, de verificação e de investigação; que podem ser empregadas pelo professor na realização de aulas experimentais. Para o desenvolvimento de atividades experimentais de verificação e investigação preferencialmente se fazem ambientes destinados a isso, porém não necessariamente muito equipado, mas que tenha o suficiente para o

desenvolvimento da prática (OKA et al., 2019). Já aulas demonstrativas, podem ser realizadas tanto em salas de aula, quanto em um laboratório. Trata-se de um tipo de experimentação muito comum nas escolas (TAHA et al., 2016).

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo investigar as percepções e concepções de professores e alunos na realização da experimentação de Química no Ensino Médio. O presente trabalho justifica-se pela importância que a experimentação tem no ensino e aprendizagem de Química e as grandes discussões acerca do tema na área de ensino.

2. Ensino de Química

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006) destacam que a Química seja valorizada na qualidade de instrumento cultural essencial na educação humana. O sistema complexo que hoje estamos inseridos, não permite que o Ensino Médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, onde o aluno é direcionado a resolver questões que exigem sempre a mesma resposta. Esse sistema necessita que o educando seja crítico, um sujeito que se posicione, julgue e tome decisões, e que seja responsável por suas ações. Essa formação dá-se, fundamentalmente, no âmbito escolar, onde as capacidades mentais são construídas nas interações sociais, que exigem a participação do educando. É por isso, que um ensino tradicional, que prepara o educando para resposta padrão, já não condiz com as demandas atuais de ensino (BRASIL, 2006).

Os educandos ao entrarem em contato com as aulas de Química, se deparam com o mundo submicroscópico para compreenderem os fenômenos macroscópicos que ocorrem em nosso dia a dia, e em muitos casos, por serem conceitos abstratos, tornam-se de difícil compreensão. (QUADROS et al., 2011) Segundo CHASSOT (2003) a transmissão de conhecimento na Química deve estar relacionada com a realidade do educando, ou seja, um conhecimento dentro de uma concepção que destaca o papel social dessa

disciplina. Também, CHASSOT (2014) ressalta que em algumas escolas, os professores não abordam temáticas científicas a partir da vivência diária dos alunos, o que dificulta a aprendizagem dos conceitos. Isso vai ao encontro das críticas de LIMA (2012), o qual relata que poucas mudanças ocorreram no ensino, apesar de já terem passado mais de 20 anos desde a promulgação da última Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) (BRASIL, 1996) e da divulgação dos primeiros documentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) no ano de 2000 (de forma que visava consolidar as reformas propostas). O ensino de Química dentro da sala de aula, da grande maioria das escolas que apresentam Ensino Médio, insiste em uma metodologia tradicional, abordando um grande volume teórico e voltado para as práticas de memorização de fórmulas, símbolos e leis. Ou seja, as práticas pedagógicas de muitas escolas ainda resistem em mudar o método de ensino, indo na contramão da abordagem metodológica recomendada pelo Ministério da Educação. Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) vem ao encontro para reestruturar o Ensino Médio no Brasil, de forma que as disciplinas são divididas por áreas. A Química se encontra na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que engloba também a Física e a Biologia. As disciplinas não serão extintas, mas terão o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade. Portanto, os professores terão trabalho conjugado e cooperativo no planejamento e na execução dos planos de ensino, que entra em vigor no ano de 2022. (BRASIL, 2018)

Diante do exposto, é necessário elucidar os fatores que têm dificultado as mudanças pedagógicas propostas, pois o método de inserção de alunos nas universidades continua o mesmo, uma prova com questões de todas as áreas. Devido a isso, grande parte das escolas prepara os alunos para esse exame, com aulas direcionadas. Assim, os alunos precisam aprender diversos conteúdos, o

que acarreta em métodos de memorização, sem entender/compreender o sentido do que estão aprendendo, sem alcançar uma educação crítica e participativa. Ou seja, para que as propostas pedagógicas elaboradas pelos gestores tenham uma maior eficiência no Ensino Fundamental e Médio, é necessário um trabalho em equipe, de governo e escola, direcionando para um único objetivo.

Ao encontro disso, muitos professores têm buscado novos métodos para ensinar Química, maneiras de tornar as aulas desta componente mais atrativas e interessantes, de modo que o aprendizado construído em sala de aula, faça sentido no dia a dia. Essa busca tornou-se um desafio para os professores da área, uma vez que os conteúdos são muito abstratos e pouco palpáveis para os alunos. (SOARES et al., 2017) Um fator que dificulta essa mudança no ensino-aprendizado de Química, é a infraestrutura das escolas, que ainda não é adequada para o desenvolvimento de outras metodologias de ensino (SANTANA et al., 2019), o que leva a manter a mesma metodologia de ensino tradicional em grande parte das escolas de Ensino Fundamental e Médio. Ou seja, há uma tentativa de mudança por parte dos professores, entretanto a infraestrutura ainda é uma barreira em muitas escolas do país.

LEITE e LIMA (2015) realizaram um estudo de caso a fim de promover uma reflexão a respeito de alguns aspectos relativos ao processo ensino e aprendizagem de Química, desenvolvido em uma escola de Ensino Médio do Nordeste brasileiro. Os autores ressaltam que as respostas obtidas pelos questionários aplicados aos alunos, revelam que o gostar dos conteúdos da disciplina de Química, depende sobremaneira da didática e da segurança que o professor apresenta ao explicar os conteúdos nas aulas. Também, os alunos destacam que as metodologias diferenciadas, não tradicionais, são melhores instrumentos de estímulo e de motivação ao aprendizado da Química. Ou seja, não só a literatura busca mostrar essa necessidade de mudança no método de ensino, mas também,

os educandos relatam o efeito de como outras metodologias de ensino de Química, diferente do tradicional, são atrativas.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizada uma abordagem quantitativa e qualitativa.

A estratégia quantitativa descritiva foi utilizada pois permite avaliar o conjunto de dados através de tabulações e representações gráficas.(MOREIRA, 2009) Já a estratégia qualitativa se enquadra pois permite descrever e discutir as respostas dadas pelos sujeitos, de forma a trabalhar com o universo de significados que permeiam amplamente o contexto estudado, suas relações e fenômenos, os quais não podem ser reduzidos à quantificação. (DESLANDES et al., 2002)

O âmbito de realização da pesquisa foi uma escola técnica integrada ao Ensino Médio, com laboratório de Química equipado, que apresenta aproximadamente 270 alunos, localizada na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. A visita à escola foi agendada e o trabalho apresentado aos professores e estudantes do terceiro ano do Ensino Médio integrado, que foram convidados a participar voluntariamente deste estudo. Após, foi entregue para cada aluno e professor o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para coleta das assinaturas. A escola selecionada para este estudo, apresenta diversos laboratórios, entre eles um laboratório de Química, que apresenta variedades de reagentes, vidrarias e equipamentos, o que permite o desenvolvimento de práticas experimentais.

Para a coleta de dados, foram elaborados dois questionários, um para os alunos e outro para guiar a entrevista com os professores. Desta forma, os questionários passaram por uma validação, tendo a participação de três professores. Após as análises desses professores, os questionários foram corrigidos adequadamente e aplicado aos participantes. Participaram desta etapa duas professoras de Química e 8 alunos concordaram em participar da pesquisa, sendo que para os

professores foi realizada entrevista, e para os alunos um questionário. Para o desenvolvimento da pesquisa as professoras foram classificadas em "PA" e "PB", e os alunos foram classificados de "A1" à "A8". Com a finalidade de facilitar a coleta de dados, o questionário dos alunos foi realizado de forma online, e enviado para cada participante. As respostas quantitativas foram tabuladas e posteriormente, construído gráficos para representá-los. Já a entrevista com os professores foi gravada.

Para alcançar o objetivo, as entrevistas com as duas professoras, professora A (PA) e professora B (PB), foram realizadas em horários distintos, no turno da tarde. Algumas observações, sobre as duas participantes, são importantes ressaltar. A professora PA apresenta 29 anos de docência, enquanto a professora PB apenas 4 anos, o que leva a percepções e concepções diferentes sobre os problemas abordados. Também, as professoras trabalham em séries diferentes no Ensino Médio. Enquanto a professora PB trabalha apenas com as primeiras séries do Ensino Médio, a professora PA leciona nas turmas das terceiras séries, o que acarretou em informações específicas relacionadas às turmas.

4. Discussão e resultados

Percepções e concepções dos Professores.

Na literatura, os estudos referentes a percepções e concepções de alunos e professores sobre o ensino de Ciências tem sido criticamente discutido em relação ao emprego de termos (BORIN e GIORDAN, 2009; MATOS e JARDILINO, 2016). Em geral, esses estudos buscam um mapeamento de percepções e concepções dos estudantes sobre determinados assuntos (LACERDA e SEPEL, 2019; SASAKI e colab., 2014) e é nesse sentido que pesquisadores tem discutido a utilização desses termos. Assim, a percepção é formada durante o desenvolvimento do indivíduo, ao seu conhecimento do mundo, as suas experiências, participando da formação de conceitos (VYGOSTSKY, 2004). MATOS e JARDILINO (2016) comentam que a concepção

envolve um processo de formação de conceitos. Já a percepção está relacionada a organização e interpretação de sensações e dados sensoriais, que resultam a consciência de si e do meio ambiente, como uma representação dos objetos.

No primeiro momento, iniciou-se um estudo para verificar se mesmo com um laboratório disponível, atividades experimentais eram realizadas com as turmas do Ensino Médio. Assim, a primeira pergunta realizada na entrevista foi: “Você costuma realizar atividades experimentais (demonstrativa e/ou de verificação) em suas aulas de Química? Se sim, cite alguns exemplos. As duas professoras relataram que desenvolvem atividades experimentais no laboratório, e que o tipo de atividade experimental depende do conteúdo que está sendo abordado, ou que será abordado em sala de aula. Assim, a PA (que leciona nos terceiros anos) comentou: “Sim, normalmente começa com a parte mais demonstrativa, até para o aluno se ambientar, conhecer os equipamentos, ou os aparelhos. E aí depois, eles vão participando, e eles gostam bastante de participar, como por exemplo a atividade de reconhecimento de funções orgânicas. [...] acho bem importante a participação do aluno, aluno como protagonista”. Resposta da PB: “Sim, principalmente no intuito de introduzir um conceito novo. Usar a prática pra instigar os alunos a pensarem porque aquilo acontece, e conforme o pensamento dos alunos sobre aquilo, desenvolver o conteúdo. O trabalho desenvolvido pelas duas professoras vai ao encontro com as discussões sobre a experimentação no ensino de Química. É necessário levar os educandos para o laboratório e apresentar outra forma de se aprender Química, e pensar sobre os conceitos. Quando se tem um ambiente adequado é possível desenvolver atividades de experimentação no ensino de Química, o que leva a motivar os professores a planejarem aulas experimentais que envolvam os estudantes numa prática que conduza à evolução conceitual (QUADROS et al., 2011). Segundo GUIMARÃES (2009) a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de

problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamento de investigação. Dando continuidade ao estudo, o segundo questionamento foi em relação se as atividades experimentais são realizadas antes ou depois do conteúdo teórico. A professora PA comentou que depende de alguns fatores para decidir se a atividade experimental será antes ou depois do conteúdo abordado. Dentre esses fatores ela destaca o desenvolvimento da turma perante o tema abordado e planejamento de datas para fechar com os conteúdos de cada bimestre. Já a PB destaca que ela trabalha sempre a prática experimental antes de abordar o conteúdo teórico. Ela instiga os alunos a pensarem o que está acontecendo no experimento, formular hipóteses, e depois na sala de aula, eles recebem o conteúdo teórico e a professora explica o que aconteceu, e assim eles podem refutar ou aceitar as hipóteses formuladas sobre aquele experimento. Ou seja, a professora B trabalha a abordagem construtivista, o que hoje é muito discutido na literatura, a forma de como trabalhar a prática experimental. A prática anteceder a teoria, tendo como finalidade aproximar o aluno dos conceitos que irão aprender em sala de aula (teoria) (PINHEIRO; NETO; MONTONI, 2009).

Outra pergunta importante em relação às atividades experimentais, refere-se à percepção das professoras em relação às atividades experimentais no ensino da Química. Assim a pergunta realizada foi: “Em sua opinião, quais as contribuições que as atividades experimentais de Química causam no ensino de Química?” As duas professoras destacam a importância da atividade experimental no processo de ensino-aprendizagem de Química. A professora A relata que como a Química é mais abstrata, a atividade experimental é uma forma do aluno visualizar o que ele está aprendendo, e que às vezes é maçante na sala de aula. A professora B menciona que a prática é a melhor forma de se compreender os conteúdos. Essa percepção da importância da experimentação no ensino de

Química é amplamente discutida na literatura, entretanto a efetividade das práticas experimentais e o protagonismo do aluno no desenvolvimento das mesmas, ainda é um desafio a ser superado. E isso está relacionado a vários fatores, que discutiremos na próxima pergunta. VILAS BOAS e SOUZA FILHO (2019, p. 187) destacam que:

“uma aula experimental pode ser bem mais que comprovações de teorias. A experimentação tem de ser apresentada como uma ferramenta capaz de contextualizar e trazer a Ciência para perto do aluno, articulando a teoria e a prática. Com isso, a aula experimental poderá atingir seu maior objetivo que é contribuir com o ensino e a aprendizagem”.

Também, foi realizado um questionamento sobre as possíveis dificuldades encontradas no desenvolvimento de atividades experimentais, uma vez que o colégio apresenta um laboratório equipado, conforme o relato das professoras entrevistadas. Assim, a pergunta sobre esse tema refere-se: “Você encontra alguma dificuldade na realização de aulas experimentais de Química? Se sim, quais?”

As professoras mencionam dificuldades distintas em relação às práticas experimentais. A professora A relata a necessidade de se ter um técnico de laboratório na escola para auxiliar as aulas práticas, pois eles são dependentes de alunos da graduação do curso de Química, e nem sempre tem candidatos para atuar no laboratório. A seleção de um aluno bolsista/laboratorista é realizada com abertura de um edital, e o aluno indicado para a bolsa irá auxiliar no laboratório. De acordo com a professora, como as turmas são grandes, é necessário dividi-las para levar ao laboratório e sem auxílio do aluno bolsista, dificulta esse trabalho mais minucioso, para tornar a aula mais efetiva. Também, é o bolsista que organiza o laboratório e testa as práticas para os professores, e sem esse auxílio, fica bem mais restrito desenvolver a prática experimental.

A falta de auxílio no laboratório, ou seja, um técnico de laboratório, também foi citada por

Berezuk e Inada, (BEREZUK; INADA, 2010) em um estudo de análise de laboratório de ensino de Ciências na rede pública e privada, em escolas na cidade de Maringá, Paraná. No artigo eles relatam que por mais que algumas escolas públicas apresentem laboratório equipado, as atividades experimentais não são realizadas com frequência, visto que é utilizado o turno da disciplina para realizar a prática experimental. Esse fato muitas vezes é associado à dificuldade de preparar aulas práticas para turmas grandes e também a falta de um técnico de laboratório para auxiliar. Segundo os autores, a falta de um profissional para auxiliar o professor da disciplina é exclusiva da rede pública, sendo que 76% das escolas observadas (rede pública) não apresentavam esse auxílio, o que reduzia drasticamente as aulas práticas.

A professora B destacou outro ponto sobre as dificuldades encontradas para desenvolver a experimentação no ensino de Química. O fator em destaque foi a baixa carga horária que o colégio apresenta para a disciplina de Química, o que diminui o número de práticas e leva o professor a ter que planejar bem a prática experimental, para que ocorra dentro do horário da aula, e não necessite extrapolar o horário. Esse fator destacado pela professora também foi observado em outras escolas, como por exemplo no trabalho de QUADROS et al. (2011). Na investigação dos autores, os professores apontaram outras dificuldades como: ausência de laboratório, a baixa carga horária da disciplina, o excesso de alunos por turma e a carga horária excessiva do professor (ou número elevado de turmas). Entretanto, os autores criticaram esses dados, explanando que a maior parte dos professores colocam as dificuldades no trabalho centradas no “outro”. (QUADROS et al., 2011) Assim, eles inferem que, se as dificuldades em ensinar e aprender Química são externas a ele, não haverá preocupação em mudar sua prática, e provavelmente ficará aguardando que as melhorias cheguem até ele.

Contudo, a reivindicação de espaço pelos professores para o desenvolvimento de aulas

práticas, como também uma maior carga horária da disciplina, facilita a mudança no método de ensino, mas, é necessário o professor entender que cada um tem que fazer a sua parte, para de fato a mudança acontecer. Na escola aqui observada, apresenta-se diversos laboratórios, e o laboratório de Química é equipado, o que favorece o desenvolvimento de práticas, mas não com tanta frequência, como destacado pelas professoras A e B.

A última pergunta realizada para as professoras complementa a pergunta anterior realizada, e refere-se a: *O que é necessário para que as atividades experimentais sejam mais frequentes no Ensino de Química?* A resposta das professoras vai ao encontro das dificuldades que elas apresentam, que seria ter um técnico no laboratório e também ampliar a carga horária da disciplina de Química. A professora A comentou que se tem discutido um aumento da carga horária, e o entrave sempre é ter um auxiliar nas aulas práticas, um técnico de laboratório. Ou seja, para aumentar a carga horária da disciplina e ter essa atividade com maior frequência, é necessário ter um técnico sempre disponível, o que ainda não acontece, devido a fatores burocráticos da contratação.

Percepções e concepções dos Estudantes das Aulas Experimentais de Química

Dando continuidade ao estudo, um questionário foi aplicado aos alunos a fim de verificar a percepção destes, sobre a experimentação no ensino de Química. Algumas questões eram descriptivas, outras objetivas. Desta forma, primeiramente investigou-se o interesse pela disciplina de Química, e o que os instiga. Assim, a primeira pergunta foi: *Você tem interesse ou gosta da disciplina de Química? Descreva o porquê.* Todos os oito alunos que responderam o questionamento, disseram gostar da disciplina de Química, e a seguir são apresentadas algumas respostas.

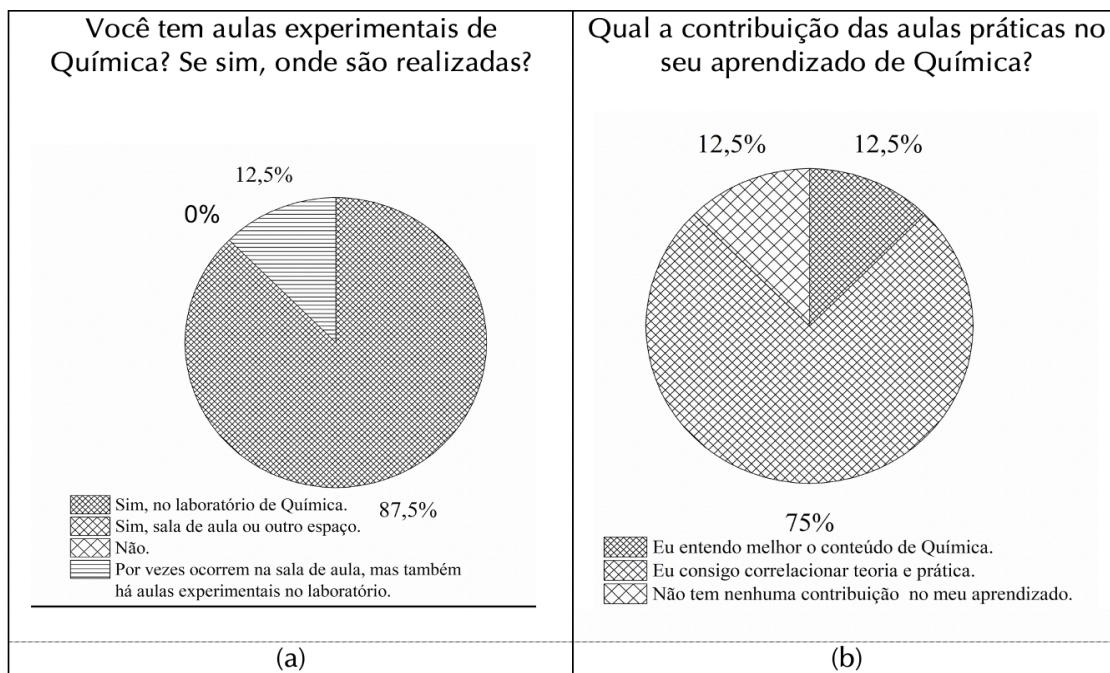
O aluno A1 revela gostar de química pois tudo na vida é química, e que fatos novos estão sendo descobertos. O aluno A2 descreveu a

importância da Química correlacionando-a com outras disciplinas: “[...] muitos conceitos de Física possuem relação muito próxima aos fenômenos químicos. O aprendizado de Química, por exemplo, pode explicar muitos fatores que são estudados em Geografia e Biologia, entre muitas outras matérias [...]”. O aluno A3 disse: “Amo química, principalmente química orgânica, é um conteúdo bem interessante para a vida.” O aluno A4 justifica o gostar de química pois a mesma está presente constantemente na nossa vida. O aluno A5 relata: “Sim, porque gosto de entender acerca da composição das coisas e todas as suas interações entre si”. E o aluno A7 relata gostar de química: “pois com a química posso compreender melhor como são formados as coisas, objetos e soluções”.

Nem sempre temos alunos interessados pela Química, mas nesta escola de ensino técnico integrado ao Ensino Médio, boa parte dos alunos se interessa por Química, e todos que concordaram em participar, trouxeram informações positivas em aprender Química. Sabemos que o professor tem um papel fundamental no desenvolvimento do interesse do aluno pela disciplina. Quando o professor demonstra a importância de estudar Química e instiga os alunos a procurarem sobre o tema abordado, aprender os conceitos da disciplina se torna mais efetivo. Segundo PILETTI (2004) o professor deve trazer formas diferenciadas de ensinar Química, instrumentos capazes de criar um entusiasmo maior em relação ao conteúdo abordado, além de estimular o aluno a interagir nas atividades em sala de aula. Esse relato favorável dos alunos, pode estar relacionado ao bom desenvolvimento das aulas de Química no colégio que as professoras A e B, entrevistadas para este trabalho, desempenham em sala de aula. Além disso, o colégio disponibiliza um laboratório de Química equipado, e que quando possível, são realizadas atividades experimentais de Química, o que consequentemente atrai a atenção do aluno para essa disciplina.

Também foi investigado se os alunos tinham aula

Figura 1. Gráficos das respostas dos questionários realizados com os alunos.



Fonte: Os autores.

experimental de Química, e se sim onde eram realizadas. A pergunta foi realizada na forma de questionário com alternativas e segue na **Figura 1(a)** o gráfico gerado com as respostas. Foi possível observar que todos os alunos responderam que eles têm aulas experimentais de Química, sendo que 87,5% dos alunos relataram que as aulas são realizadas no laboratório de Química e 12,5% responderam que as vezes as aulas experimentais são realizadas na sala de aula e as vezes no laboratório de Química. Os estudantes também descreveram que as atividades experimentais, que ocorrem no laboratório de Química, são realizadas por eles utilizando jalecos, e eles recebem uma folha com o procedimento experimental. Quando o experimento ocorre na sala de aula, é comum que a professora ou algum ajudante faça a preparação em frente ao quadro. Por vezes, é feita uma reação utilizando diferentes compostos, enquanto outras vezes pretende-se demonstrar diferentes fenômenos que não necessitam que ocorra uma reação Química.

Outra pergunta que foi realizada na forma de questionário refere-se à contribuição que as aulas práticas apresentam no aprendizado de

Química. Para essa resposta foi realizado um gráfico, que pode ser observado na **Figura 1(b)**. Nesta questão foi possível observar que 75% dos alunos responderam que com as práticas experimentais eles conseguem correlacionar a teoria com a prática. Esse resultado reflete a importância da experimentação de Química como outra abordagem do ensino, e também que os alunos são conscientes dessa importância para o aprendizado deles.

Para destacar as informações mais importantes deste trabalho, uma nuvem de palavras foi gerada (ver **Figura 2**), no programa online *WordArt* (WORD ART CREATER) a partir da entrevista dos professores e do questionário dos alunos, buscando as palavras ou frases que mais se repetiram. Como pode ser visualizado na imagem, o destaque maior, proveniente da entrevista dos professores, foi a baixa carga horária da disciplina de Química e a falta de um laboratorista, que juntas dificultam o desenvolvimento das atividades experimentais. Já o destaque na nuvem de palavras do questionário dos alunos, refere-se ao gostar da disciplina de Química.

Figura 2. Palavras importantes mais utilizadas por alunos e professores na pesquisa realizada.



Fonte: Os autores.

5. Conclusão

Esse estudo mostrou que mesmo em uma escola com laboratório de Química equipado para o desenvolvimento de aulas experimentais, tem-se dificuldades para tornar rotina as aulas experimentais. As professoras destacaram dois fatores que dificultam a experimentação no ensino de Química. A professora A relatou a falta de um técnico de laboratório para auxiliar as aulas práticas e a professora B citou a baixa carga horária da disciplina de Química para poder desenvolver uma aula de Química mais atrativa. Esses dois fatores, apontados pelas professoras, também foram observados em outros trabalhos, como citamos anteriormente. Entretanto, é necessário compreender que não só a experimentação de Química é importante para ensino dessa ciência, mas outras abordagens em sala de aula também podem ser realizadas, e que de fato, vai necessitar dos esforços do educador para que isso ocorra. Também, esse trabalho revelou que as professoras entrevistadas, estão procurando realizar atividades diferentes para o aprendizado de Química, que vai

de experimentos no laboratório de Química, onde os alunos são os protagonistas, à experimentos demonstrativos em sala de aula.

O questionário com os estudantes revelou que muitos alunos têm interesse em aprender Química, e que são conscientes que ela está presente no nosso dia a dia. Também, boa parte desses alunos percebe a importância que a experimentação tem como outro método de ensino para o aprendizado de Química, e que a prática experimental facilita o entendimento da teoria. Ou seja, essa geração de estudantes mostra que eles anseiam por novas formas de aprender Química, que saia do quadro, e vá para outras formas de aprendizagem, seja com aulas experimentais no laboratório de Química, seja com vídeos de experimentos, ou assuntos do dia a dia.

Portanto, para aprofundar os estudos realizados é necessária uma maior investigação a respeito de como esses fatores elencados afetam diretamente o ensino, envolvendo um maior número de escolas. Também, uma coleta de dados teóricos pode ser realizada a fim de investigar como uma mudança no método de ensino influencia diretamente no

aprendizado de Química. Desta forma, com esses dados obtidos, é possível explicar o porquê da necessidade de uma mudança no ensino.

6. Referências

- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V. dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.
- BEREZUK, P. A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 32, n. 2, p. 207–210, 2010.
- BÔAS, C. S. do N. V.; FILHO, M. P. de S. Ressonância em tubos de garrafas “pet”: uma opção de baixo custo para tubos de Kundt. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 186–198, 2019.
- BORIN, C.; GIORDAN, M. A percepção dos estudantes sobre ciência e tecnologia : uma análise em Vigotski. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 0, n. Extra, p. 454–457, 2009.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>, visitado 20, out., 2021
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>>, visitado 12, fev., 2020.
- BRASIL. **Orientações Curriculares Para o Ensino Médio Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília-DF: MEC, 2006. v. 2
- BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Resumo Técnico-Censo Escolar**. Brasília (DF): MEC, 2010.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, p. 89–100, 2003.
- CHASSOT, A. **Pra que(m) é útil o Ensino?** 3^aED ed. Ijuí-RS: UNIJUI, 2014.
- DESLANDES, S. F.; NETO, O.; GOMES, R. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 21 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2002.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 40. ed. Rio De Janeiro- RJ: Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- GALIAZZI, M. do C. et al. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 249–263, 2001.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009.
- LACERDA, C. C. e SEPEL, L. M. N. **Percepções de professores da Educação Básica sobre as teorias do currículo**. Educação e Pesquisa, v. 45, p. 0–3, 2019.
- LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. de. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do Ensino Médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 96, n. 243, p. 380–398, 2015.
- LIMA, J. O. G. de. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95–101, 2012.
- LACERDA, C. C. e SEPEL, L. M. N. **Percepções de professores da Educação Básica sobre as teorias do currículo**. Educação e Pesquisa, v. 45, p. 0–3, 2019.
- MATOS, D. A. S. e JARDILINO, J. R. L. **Os Conceitos de Concepção, Percepção, Representação e Crença no Campo Educacional: Similaridades, Deficiências e Implicações Para a Pesquisa**. Educação & Formação, v. 1, n. 3 set/dez, p. 20–31, 1 Set 2016.
- MOREIRA, M. **Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos**. Actas del PIDEC: Programa internacional de Doctorado em Enseñanza de las Ciencias, p. 1–73, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/pesquisaemensino.pdf>>.
- MOREIRA, J. da R. et al. Potencialidade de um plano de ensino pautado na atividade experimental problematizada (aep) à alfabetização científica em Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 558–581, 2019.
- OKA, T. N. et al. A experimentação em Química como metodologia de ensino para a compreensão da acidificação dos oceanos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 292–298, 2019.
- PILETTI, C. **Didática Geral**. 23. ed. São Paulo-SP: Editora ática, 2004.

- PINHEIRO, D. M.; NETO, O. M.; MONTONI, S. "Teoria Ou Prática: O Que Abordar Primeiro Numa Disciplina De Física?" – Uma Experiência Didática Num Curso De Graduação. **Pesquisas de Educação em Ciências: Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009.
- QUADROS, A. L. de et al. Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**, n. 40, p. 159–176, 2011.
- SANTANA, S. de L. C. et al. O ensino de ciências e os laboratórios escolares no Ensino Fundamental. **VIT-TALLE - Revista de Ciências da Saúde**, v. 31, n. 1, p. 15–26, 1 ago. 2019.
- SASAKI, K. et al. **Percepções de Estudantes do Ensino Fundamental Sobre sua Avaliação de Aprendizagem**.

- Psicologia Escolar e Educacional, v. 18, n. 1, p. 77–86, Jun 2014.
- SOARES, E. D. L. et al. A presença do lúdico no ensino dos modelos atômicos e sua contribuição no processo de ensino aprendizagem. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 69, 2017.
- TAHA, M. et al. Experimentação Como Ferramenta Pedagógica Para O Ensino De Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 138–154, 2016.
- VYGOSTSKY, L. S. **Teoria e Método em Psicologia**. São Paulo-SP: Martins Fontes, 2004.
- WORD ART CREATER. **wordart.com**. Disponível em: <<https://wordart.com>>.





APROXIMAÇÕES ENTRE A TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO E UMA FORMAÇÃO DOCENTE PARA O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

APPROACHES BETWEEN THE ANTHROPOLOGICAL THEORY OF DIDACTICS AND THE TRAINING OF TEACHERS FOR TEACHING BY RESEARCH

ENFOQUES ENTRE LA TEORÍA ANTROPOLÓGICA DE LO DIDÁCTICO Y UNA FORMACIÓN DOCENTE PARA LA ENSEÑANZA POR INVESTIGACIÓN

Joelma dos Santos Garcia Delgado*  , Cristiano Figueiredo dos Santos** 

Vera de Mattos Machado*** 

Cómo citar este artículo: Delgado, J. Dos S. G.; Santos, C. F. Dos; Machado, V. de M. (2021). Aproximações entre a Teoria Antropológica do Didático e uma formação docente para o Ensino por Investigação. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 606-621. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16963>

Resumo

A Teoria Antropológica do Didático considera dois aspectos da atividade humana: o estrutural, descrito em termos de praxeologias, e o funcional, analisado por meio da teoria dos Momentos de Estudo. Essa teoria tem sido utilizada em diversas pesquisas, inclusive na área do Ensino de Ciências, e tem evidenciado especificidades e desafios a docentes, destacando a necessidade de formação contínua destes. Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi buscar aproximações entre a Teoria Antropológica do Didático e uma formação docente para o Ensino por Investigação, uma abordagem didática construtivista que tem o problema como ponto de partida. A presente pesquisa é qualitativa incluindo uma análise bibliográfica. A formação analisada foi desenvolvida pela pesquisa de Mestrado de Moura (2016) e, mais especificamente, duas atividades incluídas nessa formação, bem como a aplicação em sala de aula por algumas cursistas. Dentre os Momentos de Estudo identificados destacamos a institucionalização e a avaliação como premissas importantes a serem consideradas em formações. A análise em questão indicou o assujeitamento das professoras cursistas às prerrogativas do Ensino por Investigação após o curso. Acreditamos que a Teoria Antropológica do Didático é uma ferramenta teórica e analítica potente, sendo os Momentos de Estudo promissores para realização de futuras pesquisas sobre Ensino por Investigação e formação docente.

Palavras-chave: Formação contínua. Formação de professores. Ensino e formação.

Yves Chevallard.

Recibido: 7 de septiembre de 2020; aprobado: 30 de agosto de 2021

* Doutorado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Brasil. Email: joelma.delgado@ifms.edu.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5097-7042>

** Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. professor.cristiano.biologia@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8619-1140>.

*** Doutorado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. Email: veramattosmachado1@gmail.com – ORCID 0000-0002-5595-400X.

Abstract

The Anthropological Theory of Didactics considers two aspects of human activity: the structural, described by praxeological terms, and the functional, analyzed through the Moments of Study theory. This theory has been used in various research, including in the Science Teaching area, and shows specificities and challenges to teachers, highlighting the need for their continued teacher training. In this sense, the objective of this paper was to investigate approximations between the Anthropological Theory of Didactics, and a teacher's education for teaching by research, being a constructivist didactic approach that takes the problem as a starting point. That is qualitative research and includes a bibliographic analysis. The original proposal comes from Moura (2016), were specifically taken, two activities included in this process. Among the Study Moments identified, we highlight institutionalization and evaluation as significant premises to the education process. Results indicated the adoption by the participant teachers to the prerogatives of Teaching by Research. We believe that the Anthropological Theory of Didactics is a powerful theoretical and analytical tool. The Moments of Study are promising for developing future research on Teaching by Research and continued teacher education.

Keywords: Continued teacher training. Teacher training. Education and formation.
Yves Chevallard.

Resumen

La Teoría Antropológica de lo Didáctico considera dos aspectos de la actividad humana: el estructural, descrito en términos de praxeologías y, el funcional, analizado por medio de la teoría de los Momentos de Estudio. Esta teoría ha sido utilizada en diversas investigaciones, incluso en el área de la enseñanza de Ciencias y ha evidenciado especificidades y desafíos a los docentes, destacando la necesidad de su formación continua. En este sentido, el objetivo de este artículo fue buscar aproximaciones entre la Teoría Antropológica de lo Didáctico y una formación docente para la Enseñanza por Investigación, un enfoque didáctico constructivista que toma el problema como punto de partida. Esta investigación es cualitativa e incluye un análisis bibliográfico. Esta propuesta de formación fue planteada por Moura (2016), de donde se tomaron concretamente dos actividades desarrolladas durante el proceso, así como la aplicación en el aula por parte de algunas participantes. En los Momentos de Estudio identificados destacamos la institucionalización y la evaluación como premisas importantes a ser consideradas en formaciones. Los resultados indican la absorción por parte de las profesoras, de las prerrogativas de la Enseñanza por Investigación. Creemos que la Teoría Antropológica de lo Didáctico es una herramienta teórica y analítica potente, siendo los Momentos de Estudio promisorios para la realización de futuras investigaciones sobre la Enseñanza por Investigación y la formación docente.

Palabras clave: Formación continua. Formación de profesores. Enseñanza y formación. Yves Chevallard

1. Introdução

O conceito de transposição didática faz parte de um modelo teórico proposto por Yves Chevallard relacionado a duas teorias: a Teoria da Transposição Didática (TTD) e a Teoria Antropológica do Didático (TAD), sendo a TAD uma evolução à TTD (SOUSA; RICARDO, 2014).

A TAD leva em conta dois aspectos complementares da atividade humana: o aspecto estrutural, descrito em termos de praxeologias (ou organizações praxeológicas) e o aspecto funcional, que pode ser analisado por meio da teoria dos Momentos de Estudo (ou Momentos Didáticos) (DIOGO et al., 2007; SOUSA; RICARDO, 2014).

As praxeologias podem ser entendidas como uma lógica de modelo único capaz de descrever toda atividade humana, composta por dois blocos interdependentes e inseparáveis: um bloco da prática – a práxis – e um bloco do saber – o logos. Não existe práxis sem logos e vice-versa (DIOGO et al., 2007). Já os Momentos de Estudo (ME) são vivências necessárias para que um indivíduo consiga dominar um determinado conhecimento, em que ele constrói a práxis e o logos sobre o conhecimento em questão.

Dessa forma, os processos didáticos relacionam-se com alguns fatores de determinação didática que incluem, entre outros, tanto alunos quanto professores, ligados pelas instituições sociais. Para Chevallard (2001), as escolas de formação de alunos têm equivalências com as escolas de formação de professores na medida em que ambas criam e difundem normas, sejam normas de vida, de ensino, de educação ou seja lá do que for. Nesse sentido, pensar a formação docente faz-se fundamental porque trata de uma realidade local a ser aplicada em determinado contexto.

Destarte, faz-se necessário considerarmos as especificidades inerentes em cada área. Para o Ensino de Ciências (EC), por exemplo, é fundamental que docentes aprofundem continuamente sua formação científica e suas reflexões didáticas, em função da transposição de uma noção de Ciência

(CACHAPUZ et al., 2011). Dentre as abordagens didáticas que atendem esse aspecto, o Ensino por Investigação (EI) pode ser caracterizado como uma perspectiva construtivista em que há o engajamento de estudantes na construção de seus conhecimentos, a partir da curiosidade e interesse em solucionar um problema (CARVALHO, 2013; SUZUKI; ZOMPERO, 2016; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

O EI proporciona ao docente trabalhar conteúdos de Ciências destacando as características inerentes ao fazer científico, agregando aspectos da cultura escolar e da cultura científica (SASSERON, 2015). No entanto, formações continuadas sob tal perspectiva demonstram resistência e insegurança pelos professores, além de dificuldades atreladas ao contexto escolar (BRICCIA, 2012; DELGADO, 2021; FERNANDES, 2013; OLIVEROS, 2013; SANTANA, 2016).

A partir dessas considerações sobre o EI e a formação docente, surge a questão norteadora desse trabalho: *É possível identificar os ME da TAD em uma formação docente no contexto do EI?* Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi buscar aproximações entre a Teoria Antropológica do Didático e uma formação docente para o Ensino por Investigação, focalizando os Momentos de Estudo.

2. Marco teórico

2.1. Teoria Antropológica do Didático

Três conceitos primitivos são necessários para iniciar o entendimento da TAD: objeto, pessoas e instituições. O objeto é material de base da construção teórica e assume posição privilegiada uma vez que tudo é objeto, incluindo as pessoas e as instituições. Contudo, o objeto irá existir quando for reconhecido como existente para uma pessoa ou para uma instituição, de forma que pode acontecer de alguns objetos não existirem (ou não existirem ainda) em função da ausência de relação com pessoas e/ou instituições (SANTOS; MENEZES, 2015).

A instituição é compreendida como um dispositivo

social que impõe aos seus sujeitos formas de fazer e pensar que são próprias a cada tipo/forma de instituição (SANTOS; MENEZES, 2015). Dessa maneira, é possível que objetos assumam status de instituições em algumas ocasiões. As instituições devem ser percebidas como heterogêneas e as relações entre determinado objeto com diferentes instituições faz com que seu desenvolvimento dentro dessas, possa vir a ser modificado ao longo do tempo ou mesmo desaparecer (SANTOS; MENEZES, 2015).

O fenômeno didático surge na relação das pessoas com objetos de uma instituição e é estabelecido a partir de expectativas que constituem o contrato didático, ou seja, um “*sistema de obrigações, de papéis que devem ser assumidos por um e outro parceiro da relação didática: professor e aluno, em relação a um saber específico*” (LIMA; SANTOS, 2017, p. 19). Contudo, como indica Chevallard (2013), no cumprimento de sua missão, os sistemas de ensino podem impor sobre a sociedade uma versão autorizada do conhecimento, que não é a única.

A realização de uma tarefa pode envolver uma diversidade de tipos de registros dentro de uma instituição e a TAD propõe um modelo epistemológico que distingue elementos componentes de uma Organização Praxeológica. Na lógica dessas organizações, encontraremos objetos classificáveis como ostensivos ou não ostensivos, que se relacionam dialeticamente e que coexistem permanentemente, de maneira que não há, em nenhum caso, a primazia de um tipo sobre o outro. Objetos ostensivos são dotados de alguma materialidade (escrituras, grafismos, sons, gestos que podem ser, em alguma medida, manipuláveis). Objetos não ostensivos são aqueles cuja existência lhe foi atribuída institucionalmente, não se mostrando por si mesmos (ideias, conceitos, crenças etc.) (MACHADO, 2011; SANTOS; MENEZES, 2015).

Em uma análise da prática docente, segundo Santos e Menezes (2015), questões sobre “como realizar uma tarefa?” e “como realizar melhor uma

tarefa?” devem ser consideradas, já que a primeira pode ser observada a partir da perspectiva de uma Organização Praxeológica (OP) e a segunda, a partir de uma Organização Praxeológica Didática (OD). A primeira questão se relaciona com o objeto de uma determinada realidade, como por exemplo a Organização Praxeológica Física, denominada resumidamente de OF. A segunda questão relaciona-se com um olhar sobre a didática, ou seja, a (melhor) forma de encaminhar tal realidade em uma OP. Uma OD considera como determinada realidade é estabelecida em uma OP específica. As duas organizações convivem, de forma interdependente, no sistema didático (ALMEIDA; LIMA, 2017).

Uma OD surge como resposta a um problema ou conjunto de problemas (GONDIN; MACHADO, 2015) e, na intenção de pôr em prática ou conduzir uma organização didática especificada qualquer (OF, por exemplo), de maneira que será ela a responsável por (re)construir ou transpor uma determinada organização (SANTOS; MENEZES, 2015). Segundo Chevallard (1999 apud SANTOS; MENEZES, 2015, p. 663), “*por organização didática podemos entender, a priori, o conjunto dos tipos de tarefas, de técnicas, de tecnologias, etc., mobilizadas para o estudo concreto em uma instituição concreta*”. Uma OD depende fortemente das organizações a serem ensinadas (CHEVALLARD, 2001).

As OP podem ser interpretadas como práticas alicerçadas em conhecimentos (GONDIN; MACHADO, 2015), que analisam o modo de fazer um tipo de tarefa amparado tecnológicamente teoricamente (SANTOS; MENEZES, 2015). Articulam quatro elementos por meio de dois blocos: o da práxis (prático-técnico que gera o saber-fazer, composto por tipo de tarefa e técnica) e do logos (tecnológico-teórico que gera o saber, composto de tecnologia e teoria) (MACHADO, 2011).

Aspecto funcional: Momentos de estudo ou didáticos

A TAD concebe os ME como sendo seis situações

que não seguem necessariamente uma ordem, podendo ocorrer repetida e concomitantemente ao longo do processo (DIOGO et al., 2007), identificados como: (I) o primeiro encontro, (II) o exploratório, (III) o trabalho da técnica, (IV) o tecnológico-teórico, (V) o da institucionalização e (VI) o da avaliação (MACHADO, 2011).

O primeiro encontro (ou reencontro) pode ocorrer de diversas maneiras e várias vezes em uma situação em que a OF é colocada em jogo no cenário didático e resulta de pelo menos um tipo de tarefa (SANTOS; MENEZES, 2015), ou seja, é o (re)encontro propriamente dito com um tipo de tarefa e com a OF (ALMEIDA; LIMA, 2017). Quando uma OF está organizada, são possíveis duas formas do primeiro encontro: a cultural-mimética e a de situações fundamentais/umbilicais (SANTOS; MENEZES, 2015).

O segundo ME consiste na exploração de tarefas e elaboração de técnicas relativas a esse tipo de tarefa e vincula-se ao terceiro ME, que é aquele em que se constitui o entorno tecnológico-teórico da técnica e do tipo de tarefa proposto na OF (SANTOS; MENEZES, 2015). A construção do bloco tecnológico-teórico nesse ME aparece mesmo que na forma embrionária (SOUSA; RICARDO, 2014). Tal ME não está isolado dos momentos elencados anteriormente, uma vez que quando uma técnica é eleita ela está ligada ao bloco tecnológico-teórico para que haja sua justificação de uso (SANTOS; MENEZES, 2015).

No quarto ME põe-se em prática a técnica para um tipo particular ou um corpo de tarefas, a fim de vivenciá-la e aprimorá-la, quando possível, com fins de torná-la mais eficaz e confiável (SANTOS; MENEZES, 2015), geralmente exigindo um retoque da tecnologia ou mesmo da teoria, em função da busca pela eficácia e confiabilidade da técnica (ALMEIDA; LIMA, 2017).

No ME da institucionalização ocorre a oficialização dos elementos da OF e nele a finalidade principal é indicar, com exatidão, a OF estabelecida (SANTOS; MENEZES, 2015). Tal ME ressalta o que de fato diz respeito à OF, distinguindo os

elementos que participam da OF daqueles que se incorporaram ao seu equipamento praxeológico (ALMEIDA; LIMA, 2017).

O sexto ME, diretamente articulado com o anterior, é o da avaliação do que foi de fato aprendido com a OF (SANTOS; MENEZES, 2015). A avaliação não estaria centrada apenas nas pessoas, mas também nas técnicas e tecnologia (SOUSA; RICARDO, 2014). Almeida e Lima (2017, p. 04), indicam que o sexto ME pode ser considerado sob dois aspectos: “*a avaliação das relações ‘institucionais’ e das relações ‘pessoais’*. Segundo Chevallard (1999), o primeiro tipo transcende o segundo, pois, em parte, fundamenta as relações pessoais”.

2.2. Ensino por investigação e formação docente.

A Ciência pode ser compreendida como um processo complexo e dinâmico resultante de uma conquista humana em um percurso histórico. No EC é preciso que essa imagem seja evidenciada para que haja uma verdadeira compreensão científica, visando contribuir com a formação de pessoas autônomas e capazes de pensar de maneira crítica, envolvendo criatividade, reflexão e elaboração de argumentos para avaliar e resolver problemas em seu contexto (CACHAPUZ et al., 2011). Nesse segmento, o EC proporciona um processo contínuo de questionamento, dúvida e erros, capaz de evidenciar a construção humana. O EC na perspectiva do EI é um caminho que se apresenta diante desse contexto, exigindo, muitas vezes, mudança de postura docente em relação ao conceito de Ciências e de sua epistemologia (CACHAPUZ et al., 2011; OLIVEROS, 2013).

O EI parte de um problema, estimulando a participação ativa de estudantes na apresentação de seus conhecimentos prévios sobre o assunto, gerando discussão e argumentação constantes em um ambiente de interação e liberdade intelectual (CARVALHO, 2018; MOURA, 2016; SASSERON, 2015). Segundo Carvalho (2018, p. 767), a diretriz principal é o cuidado que o professor precisa ter em relação à elaboração do problema e à liberdade intelectual dada ao estudante, “*pois é o problema*

proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações”.

Para Sá (2009), no EI o ambiente deve ser propício à investigação e precisa ser fomentado principalmente pela ação docente. A motivação compõe um aspecto atribuído ao professor, instigando os estudantes na busca por novos conhecimentos e gerando oportunidades “que provoquem a compreensão, assimilação de conceitos e a relação entre os fatos e ideias, favorecem o desenvolvimento de cidadãos críticos, capazes de analisar dados e defender suas alegações” (SUZUKI; ZOMPERO, 2016, p. 113).

Pesquisas têm demonstrado que a implementação do EI não parece um caminho fácil para o professor, gerando insegurança e alguma rejeição, sendo bem diferente do que se pratica em sala de aula (BRICCIA, 2012; BRICCIA; CARVALHO, 2013; CARVALHO, 2018; DELGADO, 2021; FERNANDES, 2013; OLIVEIRA, 2015; OLIVEROS, 2013; SANTANA, 2016). Para Oliveira (2015), uma formação teórica não seria suficiente para garantir uma postura realmente investigativa, havendo necessidade da inclusão de prática e tempo.

Além disso, Oliveros (2013, p. 11) aponta diferenças até mesmo quanto à postura docente em uma formação continuada sob a perspectiva do EI: “pede-se dos professores que tenham um papel ativo na sua formação, que refletam sobre o que lhe é passado, tenham uma opinião crítica no momento de adaptar para a sala de aula e desenvolvam autonomia na sua prática”.

De maneira geral, as formações sob a perspectiva do EI têm demonstrado resultados positivos em sua aplicação, além de reforçarem a necessidade de promover formações que incluem essa abordagem didática, pois a formação inicial docente geralmente não a contempla (BRICCIA, 2012; DELGADO, 2021; FERNANDES, 2013; MOURA, 2016; OLIVEIRA, 2015; OLIVEROS, 2013; SÁ, 2009; SANTANA, 2016).

Para Chevallard (2001), a formação docente pode

ser entendida como uma praxeologia didática/ docente que é permeada por diferentes níveis de determinação, nas quais as organizações didáticas dependem fortemente das organizações a ensinar. Essa dependência se dá porque em cada nível de co-determinação (questões, temas, setores, áreas, disciplinas, pedagogias, escolas e sociedade) das organizações a ensinar são introduzidas restrições particulares sobre o que será didaticamente possível. Assim, poderíamos olhar para formações docentes a partir de praxeologias didáticas, como a formação a que nos propomos analisar.

3. Metodologia

Esse trabalho apresenta-se como uma pesquisa qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 2015) do tipo análise bibliográfica (GIL, 2017), que utiliza a TAD como instrumento teórico e analítico para investigar os ME em um trabalho sobre formação docente para o EI.

3.1. Fonte

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material que já recebeu um tratamento analítico e um levantamento preliminar precisa ser realizado (GIL, 2017). Na presente pesquisa, buscou-se por teses e dissertações que analisam uma formação continuada sob a perspectiva do EI. Para identificação da fonte, o critério de inclusão foi que a pesquisa envolvesse uma descrição mais ampla, abrangendo, por exemplo, a aplicação do EI em sala de aula pelos cursistas.

Assim, a análise foi desenvolvida na dissertação de Mestrado, Moura (2016), no Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Tal pesquisa objetivou apresentar e debater a abordagem didática do EI por meio de atividades experimentais em uma formação docente continuada.

Inicialmente, questionários e entrevistas foram executados por Moura com professores e coordenadores da Secretaria Municipal de Educação de Paraúnas (GO) e algumas aulas

foram gravadas. Na sequência, uma formação continuada foi elaborada e disponibilizada como curso de extensão do IFG a professoras do Ensino Fundamental, sob fundamentação teórica de Anna Maria Pessoa de Carvalho. A formação teve dez encontros presenciais. Após a formação, Moura acompanhou e observou a aplicação de aulas baseadas no EI por algumas cursistas.

3.2. Percurso

Em nossa análise, inicialmente, buscamos chegar aos ME a partir da identificação das organizações didáticas (OD). Assim, foi realizada uma leitura de todo o trabalho para distinguir OD e Organizações Físicas (OF), uma vez que os temas tratados na formação docente são objetos da Física.

Uma vez consideradas as OD e OF, elas foram utilizadas para a identificação do que seria tido como um ME. Entre as seis atividades experimentais investigativas propostas e efetuadas na formação docente, uma delas foi escolhida para exemplificar uma OF. A escolha dessa atividade investigativa se deu em função de a considerarmos como descrita com mais elementos de interesse em nossa análise. É importante destacar que, embora talvez pareça óbvio, nossa investigação se deu sobre elementos disponíveis no texto, de maneira que só pudemos utilizar em nossa análise situações ali descritas.

4. Resultados e discussão

4.1. Organizações Praxeológicas, didáticas e físicas

Antes de distinguirmos as OF das OD nas atividades realizadas por Moura na formação docente, julgamos importante destacar os níveis de co-determinação porque se apresentam como estruturantes dessas organizações. Tais níveis são indicados como uma hierarquia de entidades: sociedade, escolas, pedagogias, disciplinas, áreas, setores, temas e questões (CHEVALLARD, 2001). Essa co-determinação resulta em uma ecologia que condiciona, tanto no plano físico como didático, o que se poderá produzir em classe, ou seja, quais possibilidades de criar, de certas maneiras, certas

respostas a certas questões (CHEVALLARD, 2001). Considerando tais apontamentos, o modelo epistemológico do EI, que pressupõe, por exemplo, que toda atividade seja iniciada com uma questão problema, inscreve-se em um desses níveis de co-determinação, influenciando outros. Ao mesmo tempo, os níveis de co-determinação permitem compreender a atuação de professores, especialmente nos locais onde as teorias, técnicas e tarefas são definidos (MARANDINO et al., 2016). No trabalho analisado, postulados do EI regulam a forma que docentes realizam suas aulas, concordando com Marandino et al. (2016, p. 82) quando afirmam que “*muitos desses níveis de determinação, especialmente os mais altos, não são facilmente modificáveis pelos professores*”.

Nesse contexto, o EI compõe uma escolha, pois é uma forma de apresentação de um determinado objeto de estudo, ou seja, as escolhas que envolvem a maneira de introduzir o conteúdo, os conceitos valorizados e as atividades tidas como essenciais, podendo ser compreendido como uma OD, pois indica caminhos metodológicos na forma de conduzir uma OF. Nesse sentido, a proposta do EI compõe uma modalidade de contrato didático na medida em que sugestiona uma maneira de ensinar. Ao assumir tal prerrogativa, uma instituição tanto ganha legitimidade perante a sociedade como resultado do efeito de sua promessa em representar fielmente uma forma de conhecimento, quanto tende a trair essa promessa na medida em que torna ilegítima outra(s) reivindicação(ões) (CHEVALLARD, 2013).

As OD que assumem pressupostos do EI são uma forma de trabalhar o conhecimento que devem focalizar o ambiente da sala de aula, que indica condições e restrições que compõem o ecossistema específico que docentes têm para lidar com o conhecimento. Acerca disso, Chevallard (2013, p. 14) indica que:

A quebra do contrato didático que tem sido central para o ensino em sua relação com a sociedade continua a ser a força motriz fundamental na sala de aula. Ensinar algo implica um contrato e, no mesmo fôlego, violações desse contrato – uma visão distante

da comum representação idílica. Assim como a relação com qualquer tipo de conhecimento varia de grupo para grupo fora da escola, a relação oficial do aluno com o conhecimento vai mudar com o passar do tempo ou, para ser mais exato, com o passar do tempo didático (CHEVALLARD, 2013, p. 14).

É por essa razão, segundo Chevallard (2001), que não somente a ferramenta de transmissão do conhecimento deve ser considerada, mas também as organizações transmissoras, ou seja, as OD. Nesse sentido que Marandino et al. (2016, p. 78) indicam que a partir de um modelo de referência estabelecido para o conhecimento, é preciso explicitar, não somente como tal conhecimento passa por esse caminho, mas também “*o que se deseja ensinar, o que é efetivamente ensinado e o que é eventualmente aprendido*”.

Santos e Freitas (2017) referem que toda OD que vive em determinada instituição está apoiada e fortemente sustentada por um modelo epistemológico presente naquela instituição. Assim, o entendimento apresentado aqui, é o de que os pressupostos metodológicos do EI estão diretamente representados no que Carvalho e sua equipe executam em seu programa de pesquisa. A pesquisadora, colaboradores e o próprio laboratório de pesquisa, como será apresentado na sequência, são encarados como Instituições que regulam uma OD, nesse caso o EI. Portanto, ao desenvolver pesquisa com EI ao longo dos anos, o volume de trabalhos produzido constitui-se como um modelo epistemológico assumido, explicitamente, por Moura, em seu trabalho, tanto que a formação docente parte das sugestões de

Quadro 1. Descrição das atividades realizadas na formação docente e organização relacionada.

Tipo de atividade	Descrição resumida das atividades	Tipo de organização
Questões e discussão	1. Qual a sequência/metodologia de ensino que vocês utilizam para facilitar a aprendizagem dos alunos? Descreva as etapas de sua aula. 2. Em sua opinião o que poderia fazer para melhorar a aprendizagem dos alunos em sala de aula? <u>O que falta no processo de ensino?</u>	OD
Aplicação de experimento investigativo seguido de discussão e elaboração de desenho.	<u>O problema do copo.</u> <u>O problema do submarino.</u> <u>O problema do barco.</u> <u>O problema das sombras iguais.</u> <u>O problema da reflexão da luz.</u> <u>O problema da luz.</u>	OF
Elaboração de atividade investigativa.	Os grupos planejaram e aplicaram uma atividade aos demais cursistas.	OD
Leitura em grupo e discussão coletiva de textos relacionados ao EC.	Texto sobre necessidades formativas do professor de ciências (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 14 - 21). <u>Demonstrações Experimentais Investigativas</u> (CARVALHO, 1999, p. 41 – 48). Adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem de ciências (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 32 a 38). <u>O professor reflexivo no ensino de ciências</u> (OLIVEIRA, 2013, p. 160 - 166).	OD
Estudo/leitura em grupo de textos no livro didático: conteúdos de Física	<u>Densidade.</u> <u>Sombras</u> <u>A trajetória da luz</u> <u>Pressão do ar.</u>	OF

Fonte: compilado pelos autores, baseado em Moura (2016).

atividades propostas.

Uma vez discutidas as relações entre as OD e as OF, suas interconexões e atravessamentos por níveis de co-determinação e as influências que esses sofrem, por exemplo, dos pressupostos epistemológicos e do tipo de abordagem que se pretende no ensino, apresentamos as atividades desenvolvidas durante a formação docente, identificando as OD e as OF (Quadro 1).

No início da formação, foram apresentados alguns questionamentos sobre a maneira como as professoras conduziam suas aulas, e sobre como poderiam melhorá-las. Na sequência, seis encontros foram efetivados e cada um deles gravitava em torno de uma atividade experimental investigativa, um problema. As professoras-estudantes compuseram subgrupos para a resolução de cada um desses problemas, mas Moura (2016) indica que nem todas estiveram presentes em todos os encontros, de maneira que supomos que a composição dos grupos pode ter variado.

Em algumas ocasiões, o professor formador solicitou um desenho da atividade desenvolvida no encontro. Leituras e discussões de textos, bem como a apresentação de vídeos também foram utilizadas.

Anteriormente à formação, Moura realizou gravações de aulas de algumas professoras, utilizando alguns termos em sua análise, como: aulas expositivas, experimentais, lúdicas, dinâmicas e participativas.

Após a finalização do curso uma nova fase de observação das aulas foi instaurada.

Dentre os tipos de atividades aplicadas durante a formação de Moura, selecionamos para realizar nossa análise: 1) a aplicação de experimento investigativo (problema do barco) seguido de discussão e elaboração de desenho e 2) a elaboração/planejamento de atividade investigativa. As atividades de estudo e leitura dos textos não foram descritas detalhadamente por Moura.

4.2. Atividades

Aplicação de experimento investigativo seguido de discussão e elaboração de desenho: o problema do barco

Segundo Moura (2016, p. 59 e 60), o objetivo desta

atividade foi “utilizar o experimento do barco para explicar a questão da densidade, massa e volume, uma vez que essas grandezas dependem uma das outras, e também a questão do equilíbrio”.

Primeiro ME é caracterizado pela apresentação do problema em um encontro com a própria Organização Física que incluiu os materiais envolvidos no experimento (folhas de papel-alumínio de 30 cm, arruelas e um recipiente com água com 10 cm de profundidade) e a situação problema: “como será que a gente faz para construir um barquinho que, na água, consiga carregar o maior número de pecinhas sem afundar?” (MOURA, 2016, p. 60).

Segundo os pressupostos do EI, o bom problema em atividades experimentais dará condições para que estudantes: “passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica); construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis)” (CARVALHO, 2018, p. 772). Assim, as noções presentes na proposta do EI ligam-se às ideias presentes na TAD no que concerne aos objetos ostensivos e não ostensivos, já que em ambas as perspectivas existe o entendimento da conexão entre materialidade e cognição.

A tarefa, segundo OP, foi aqui identificada pelo verbo “construir”. Segundo Moura (2016), as cursistas já iniciam a construção de um barco, que o professor-formador chama de convencional, iniciando assim a técnica, ao que Chevallard (1999) denomina “situações fundamentais/umbilicais”, pois o grupo já produz uma maneira para tentar solucionar o problema, buscando uma resposta já estabelecida na cultura. No entanto, Moura relata que a técnica utilizada não foi satisfatória, pois o barco afundou. Chevallard (1999) esclarece que esse primeiro ME não define totalmente a relação com o objeto, pois ele se constrói e se modifica durante o processo de estudo. Nos pressupostos do EI, o erro precisa ser considerado para construção dos novos conhecimentos que, segundo Carvalho (2013), permite testar novas variáveis, verificando o que funciona e não funciona. Além disso, os conhecimentos prévios precisam ser considerados, pois proporcionam a construção de hipóteses a fim de testá-las em busca de uma possível solução (CARVALHO, 2013; 2018; SASSERON, 2013).

O segundo ME é caracterizado pela exploração da tarefa e da elaboração de uma técnica relativa a este tipo de tarefa. Nesse sentido, cabe aqui mostrar outras tarefas que incluímos na análise praxeológica: observar, analisar e relacionar.

As tentativas frustradas continuaram segundo os relatos em Moura (2016, p. 60): “tentaram de muitas formas, mas não conseguiram”. Chevallard (1999) considera que há pelo menos um embrião de técnica no segundo ME, a partir da qual uma técnica mais desenvolvida poderá surgir. E ela surge depois de muitas tentativas, por uma das cursistas, que chega à técnica que soluciona o problema, conforme mostra sua fala: “Para fazer com que o barco não afunde é necessário fazer ele igual uma balsa, pois assim ele suporta maior quantidade de peso” (MOURA, 2016, p. 61).

Esse processo de experimentação e modificação da técnica é também o momento em que ideias são reunidas, e, identificamos que isso também faz parte do terceiro ME, pois envolve reflexões, explicações, auto convencimento e justificativas, constituindo-se o entorno tecnológico-teórico referente à tarefa (ALMEIDA et al., 2013). Moura (2016) demonstra o surgimento de conhecimentos físicos ao citar as falas das cursistas

Quando se faz um barco como uma balsa ele tem mais volume, e neste momento o volume está maior que o da massa, assim o barco de maior volume suporta maior quantidade de massa, ou seja, no formato de uma balsa ele tem mais volume. (PF) [...] Mas não adianta ter muito volume, se a massa estiver concentrada em uma única parte do barco assim ele afundará da mesma forma, é necessário que as arruelas estejam distribuídas de forma equilibrada. (PG) (MOURA, 2016, p. 61).

O bloco tecnológico-teórico inclui conceitos como volume, massa, densidade e equilíbrio, bem como as relações entre o volume e a massa, e entre a densidade do barco e a densidade da água, que estão inclusas nas condições de flutuabilidade.

Moura indica que uma das cursistas soluciona o problema experimental e as discussões acontecem com o coletivo, como as falas anteriormente apresentadas. Esse ambiente pode ser considerado como de verificação da técnica utilizada, excluindo a possibilidade de que a solução não foi uma mera casualidade, mas teve respaldo em princípios teóricos da Ciência (ALMEIDA et al.,

2013), indicando aí o quarto ME. De maneira geral, o grupo avaliou a técnica apresentada e concluiu a OF que, agora aparece como um conhecimento organizado e validado socialmente – no caso em questão, pelo formador e pelas cursistas.

É interessante notar que essa validação social é algo inerente ao EI, pois ela permite que estudantes, em sala de aula, argumentem, levantem hipóteses, expliquem fenômenos, construam relações e variáveis, adquirindo uma autonomia moral (CARVALHO, 2018). Além disso, o EI considera que estudantes só compreenderão a linguagem científica quando tiverem a oportunidade de experimentar seu uso na elaboração de explicações em sala de aula (CAPECCHI; CARVALHO; SILVA, 2002), sendo esses ME, mais especificamente terceiro e quarto, apontados por Chevallard (1999). Para finalizarmos a análise dessa atividade, pontuamos que, dos três grupos formados, apenas um chega à solução do problema apresentado. Isso nos faz refletir se todas as cursistas, realmente, trilharam os quatro ME aqui indicados, porque mesmo incluindo a discussão coletiva no final, seria difícil afirmar isso. É interessante ver a relevância da identificação dos ME em formações, pois podem subsidiar ações do formador visando alcançar seus objetivos.

Elaboração/planejamento de atividade investigativa

Conforme evidenciamos no Quadro 01, essa atividade foi identificada como uma OD, por se tratar de como desenvolver uma estratégia de ensino, ou seja, como diz Chevallard (2001), a ferramenta pela qual se pretende ensinar algo.

A atividade em questão foi realizada durante o segundo encontro do curso de formação, com a proposta de que as cursistas “criassem uma atividade investigativa utilizando o livro adotado no Município como referência. Nessa atividade, o objetivo principal era que as professoras cursistas pudessem expor as dúvidas e dificuldades encontradas no ensino por investigação” (MOURA, 2016, p. 54). Ao expor a proposta às cursistas, Moura dá início ao primeiro ME, um reencontro, pois já haviam vivenciado o EI por meio de uma atividade prática experimental (o problema do copo) no encontro anterior da formação. Esse

problema contemplou o planejamento e posterior explicação para o coletivo.

Moura relata que um, dentre os três grupos, não solucionou o problema e por isso o abordaremos, separadamente, para melhor entendimento. Esse grupo possivelmente adentra no segundo, mas não no terceiro ME. Mesmo não tendo resultado esperado, apresentam uma proposta. Dessa forma, inferimos que procuraram essa técnica ou ideias para sua produção, buscando ampliar o conhecimento sobre o tema de estudo, construindo argumentos para resolver o problema e apresentar sua aula que, segundo Almeida et al. (2013), configura o segundo ME. Moura identificou que o erro delas foi não iniciar a atividade por meio de uma situação problema, que é considerada uma premissa, extremamente, importante que define o EI (CARVALHO, 2013; 2018).

Já os demais grupos conseguem desenvolver a atividade prática investigativa e, por isso consideramos que desenvolvem o terceiro ME, ou seja, planejar a referida atividade inclui construindo o entorno tecnológico-teórico das técnicas elaboradas. Durante tal elaboração, provavelmente o saber já foi sendo constituído por meio de reflexões, explicações e autoconvencimento em um ambiente favorável para resolver a tarefa (ALMEIDA et al., 2013).

Por se tratar de experimento, ambos os grupos trabalharam com objetos ostensivos e não ostensivos, apresentando primeiro os materiais utilizados e em seguida, o problema. Ao descrever o que foi incluído no planejamento do segundo grupo, Moura nos mostra indícios de quais saberes foram envolvidos pelas cursistas, compondo o bloco tecnológico-teórico: conceitos de respiração, transpiração e planta; como a respiração e transpiração acontecem nas plantas e como esses processos podem ser observados (Problema: "Usando somente esses saquinhos e barbantes como vocês podem provar que as plantas respiram e transpiram?") (MOURA, 2016, p. 55).

Já o terceiro grupo inclui saberes em seu planejamento e em sua exposição para o coletivo, tais como: gerenciamento da classe ("dividindo os alunos em grupos que teriam de quatro a cinco alunos"); avaliação ("nesse momento uma professora verifica se o problema proposto foi

compreendido e observa se todos estão tendo a oportunidade de manipular o material"); organização do material utilizado ("em torno de algumas mesas, sobre as quais seria colocado o material experimental"); conceito e características do ar (problema: "Existe ar dentro da garrafa plástica que está aparentemente vazia? Como você pode comprovar a presença ou a ausência de ar usando esses materiais?") e a compreensão básica do EI (MOURA, 2016, p. 55).

Mesmo sendo este apenas o segundo encontro da formação continuada, avaliamos que o terceiro grupo mostrou uma construção mais sistematizada do bloco tecnológico-teórico, em relação aos demais grupos, acerca do EI, evidenciado pela própria proposição do problema

A professora passa pelos grupos pedindo que mostrem e contem o que estão fazendo. Após terem encontrado a solução do problema, a professora organizou uma discussão com a classe em um semicírculo. Para iniciar o debate pediu aos alunos que relatassem como fizeram para resolver o problema, ouvindo com entusiasmo todos os alunos. Assim, o grupo destacou que é preciso ouvi-los com paciência, pois só assim irão avançar em seus conhecimentos indagando com perguntas: Como vocês fizeram para...? Por que...? O grupo relatou que em seguida, a professora propõe aos alunos que relatem e façam desenhos sobre a experiência executada. O grupo destacou ainda que é importante que o aluno compreenda o fenômeno que teve a oportunidade de vivenciar e criar novos significados para explicar o mundo ao seu redor. (MOURA, 2016, p. 55 e 56).

Como já apresentado, o EI é uma abordagem didática em que estudantes têm o papel ativo em sua aprendizagem, sendo um dos papéis docentes fomentar e oportunizar que estudantes participem, por meio de sua linguagem, com reflexão, interpretação, argumentação e explicação. Por isso, pesquisadores do EI defendem que docentes precisam criar um "ambiente" de investigação (CARVALHO, 2018; SÁ, 2009). A essa participação do estudante, Carvalho (2018) denomina de grau de liberdade intelectual dado ao aluno, considerada por ela como uma diretriz extremamente importante durante a execução da atividade investigativa.

Cabe, aqui, destacarmos uma breve discussão

acerca do papel do professor e dos alunos em um sistema didático, o que Chevallard (1999) nomeia de “topos”, ou seja, o lugar do professor e do aluno no desenvolvimento de uma praxeologia. Para ele, umas das dificuldades didáticas mais comuns enfrentadas pelos(as) docentes é dar um lugar para estudantes, um “topos” apropriado para que desempenhem verdadeiramente seu papel durante seu estudo. Chevallard (1999) chama a atenção para o perigo de que, em alguns modismos pedagógicos, estudantes sejam incitados(as) a participar frequentemente na aula, mas ainda sejam apenas figurantes e não possuam um papel ativo em sua aprendizagem. O autor defende que esses são pontos essenciais que precisam ser examinados em uma OD escolar: a qualidade e a quantidade de trabalho autônomo exigido de estudantes, assegurando assim um bom rendimento em termos de aprendizagem. Ele continua discutindo sobre o “topos” do professor, em um “drama didático”

O “drama didático” que a palavra topos resume está, portanto, relacionado ao jogo do professor: sempre sutilmente presente, embora ausente, ele deve saber se ausentar mesmo na presença, para deixar o aluno livre para conquistar uma independência que a figura tutelar do professor torna possível e incerta. (CHEVALLARD, 1999, p. 21, tradução nossa).

De base construtivista, o EI assume, tal como Chevallard (1999), que estudantes sejam protagonistas em sua aprendizagem e isso só é conquistado quando docentes e estudantes assumem seus topes de maneira apropriada e isso precisa ser considerado pelo(a) docente ao planejar e aplicar uma atividade investigativa. Moura (2016, p. 56) reconhece o alcance dessa compreensão referente ao EI pelo terceiro grupo, “pois seguiram de forma plausível os momentos em que a professora propôs o problema até o momento de contextualizar o que aprenderam”. Esta frase finaliza a descrição de Moura da atividade em questão e supomos que ele, no papel de formador, possivelmente informa às cursistas sobre seus acertos, em especial para os segundo e terceiro grupos, durante as reflexões e discussões coletivas, sendo provável que essa condução tenha acrescentado credibilidade às técnicas utilizadas por elas, o que compõem o quarto ME.

Nessa atividade, como na anterior, possivelmente os grupos caminharam diferentemente pelos ME, reiterando o quanto necessário é que o formador identifique essas diferenças para poder saná-las a fim de que todos alcancem tais momentos de maneira mais ampla possível.

O quinto e o sexto ME serão apresentados mais adiante, quando analisamos a aplicação do EI em sala de aula.

Ensino investigativo em sala de aula

Essa fase é posterior à formação continuada, em que Moura (2016, p. 72) acompanha a aula de algumas professoras e teve como objetivo “*observar se elas teriam mudado a metodologia no ensino de ciências*”. Remete-nos ao quinto e sexto ME, pois inferimos que essa mudança na prática pedagógica indica institucionalização do EI, e compõe uma forma de avaliar resultados da formação continuada.

O quinto ME, o da institucionalização, objetiva verificar o que é exatamente a OD elaborada e o que realmente foi integrado ao conhecimento pelas cursistas. Moura (2016) relata, por exemplo, que todas as professoras observadas incluíram uma situação problema em sua aula. Outra característica do EI foi o levantamento de conhecimentos prévios e a liberdade dada a estudantes. Segundo observação do formador

A professora iniciou sua aula em uma perspectiva investigativa provocando o aparecimento de conceitos espontâneos, com explicações simples e questionamentos, assim na atividade proposta pela professora PF os alunos fazem parte da construção do conhecimento, e percebem que o conhecimento científico se dá por meio de uma construção, mostrando assim os seus aspectos dinâmicos e abertos, possibilitando que participem dessa construção. (MOURA, 2016, p. 76).

As professoras, durante suas aulas, fomentaram reflexões e discussões, dando espaço para que estudantes interagissem, cometesssem erros, levantassem hipóteses, explicassem fenômenos, compartilhassem suas experiências, como quando foi solicitado que exemplificassem situações do seu dia a dia relacionadas com a atividade que haviam acabado de finalizar, resultando em constante debate entre eles (MOURA, 2016). Consideramos um “topos” apropriado segundo o EI.

A TAD considera que uma instituição é um

dispositivo social na qual se encontram determinadas maneiras de fazer e de pensar as praxeologias (BOSCH; GASCÓN, 2009). Quando Moura (2016) apresenta o EI, considera as pesquisas conduzidas pela professora doutora Anna Maria Pessoa de Carvalho e sua equipe:

Nas últimas décadas, orientamos no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEF) um conjunto de pesquisas sobre ensino, aprendizagem e formação de professores, tendo por base as atividades investigativas das Sequências de Ensino Investigativo (SEI), nos níveis Fundamental I e Médio. Isso resultou na constituição de um programa de pesquisa sobre ensino investigativo (CARVALHO, 2018, p. 765).

Esse cenário nos proporciona identificar o LAPEF como uma instituição da qual o EI faz parte, já “que impõe aos seus sujeitos formas de fazer e de pensar que são próprias a cada ‘tipo’ ou ‘forma’ de instituição” (SANTOS; MENEZES, 2015, p. 651). No caso da formação de professores realizada por Moura, as cursistas se relacionaram com a instituição LAPEF e, desta forma, se tornaram seus sujeitos, assumindo o contrato didático proposto. Essa relação sugere uma intencionalidade de mudança do sujeito. Quando um indivíduo se relaciona com uma instituição, torna-se um sujeito. Isso implica no assujeitamento às demandas, hábitos e formas de uma instituição. Uma pessoa entra para uma instituição e, sob influência dela, estabelece uma relação com o objeto institucional. Se ao relacionar-se com o objeto, existe mudança nessa relação então, segundo a TAD, houve aprendizado e ainda, se este sujeito está de acordo com as expectativas desejadas pela Instituição, passa a ser designado de sujeito adequado (SANTOS; MENEZES, 2015).

Podemos inferir, portanto, que as professoras, no processo de assujeitamento institucional, relacionaram-se de maneira a corresponder com as expectativas e tornaram-se sujeitos adequados do EI. Para além disso, é interessante notar que ao se institucionalizarem, tais professoras também passaram a vigorar como instituições que fortalecem o EI, uma vez que tal perspectiva foi levada ao planejamento e execução docente.

Em um dos relatos presentes no texto de Moura (2016, p. 75) uma professora indica a

institucionalização do EI, quando diz que “[...] nós professoras decidimos fazer nosso planejamento em grupo e adotamos a forma de ensinar esses conteúdos por meio do ensino por investigação, por acreditar que os alunos possuem melhor interação, quando os conteúdos são ministrados dessa forma”.

O sexto ME se articula com o momento da institucionalização, caracterizado pela reflexão do que foi aprendido, independentemente de quem é o juiz (CHEVALLARD, 1999). Volvemos então para as reflexões descritas pelo formador (MOURA, 2016, p. 73): “Também foi perceptível a mudança nas aulas da professora PA, na forma de conduzir as aulas, pois suas aulas passaram a ter um caráter de mediação, os alunos são agentes ativos do processo” e

A partir desses relatos, notamos que houve mudanças na prática das professoras da rede municipal de Paraúna-Go, na forma de conduzir suas aulas, pois são ministradas de forma a levar ao aluno a buscar o seu próprio conhecimento por meio do Ensino por Investigação (MOURA, 2016, p. 75).

O formador percebe mudança na aplicação do EI, revelando uma avaliação positiva. Essa reflexão também inclui dificuldades que foram enfrentadas pelas professoras nessa fase, como “os alunos não se comportavam durante a aplicação, insegurança e receio de errar” (MOURA, 2016, p. 82), condizendo com outros processos formativos (BRICCIÀ, 2012; BRICCIÀ; CARVALHO, 2013; CARVALHO, 2018; DELGADO, 2021; FERNANDES, 2013; OLIVEIRA, 2015; OLIVEROS, 2013; SANTANA, 2016).

Esse cenário evidencia que a OD analisada, em um nível superior ao da OF, também demanda maior quantidade de tarefas, técnicas, tecnologia e teoria do professor formador quando comparada à OF. Esse resultado concorda com Bosch e Gascón (2009), que afirmam que o professor deve mobilizar muitos tipos de praxeologias de ensino para ensinar as praxeologias matemáticas. A exemplo disso, expomos o grau de liberdade dada ao estudante durante a aplicação do EI, em que é necessário encontrar o “topos” adequado, tanto para o aluno como para o professor, a fim de alcançar um bom rendimento no que se propõe a ensinar e aprender.

5. Considerações finais

A TAD pode ser coerentemente utilizada por meio da análise dos ME, aproximando a OD aqui considerada: o EI.

Explorar os ME nas atividades revelou-se um exercício promissor dentro do rol de pesquisas no Ensino de Ciências, pois a distinção das atividades em OFeOD indicou possíveis diferenças no alcance dos ME pelos grupos analisados, evidenciando a importância do cuidado que formadores precisam incluir para alcance satisfatório de seus objetivos, auxiliando-os também no processo de avaliação das propostas de formação.

Consideramos destacar, ainda, a importância do quinto e sexto ME no âmbito das formações continuadas, para que se possa observar e refletir o quanto adequado se torna o sujeito participante na efetivação da(s) praxeologia(s) em questão, relevando a importância da TAD para o desenvolvimento de pesquisas nesse cenário.

Ao indicarmos o EI como uma OD, constatamos que para sua institucionalização, o professor precisa mobilizar um grande número de praxeologias, como a problematização e o “topos” apropriado, tanto o seu como o do estudante, elevando assim a importância e necessidade em se oportunizar formações sob essa perspectiva, a fim de que os docentes compreendam seu papel como mediadores do conhecimento.

A TAD apresentou-se como ferramenta teórica e analítica efetiva quanto consideramos que os resultados foram alcançados no sentido de que a partir dos olhos teóricos da TAD foi possível vislumbrar os ME na formação docente. Além disso, a teoria fornece elementos que possibilitariam análises mais robustas para incluir, por exemplo, investigações sobre o papel de outros elementos tais como as organizações nos níveis de co-determinação e a relação que se pode fazer da importância dos objetos ostensivos e não ostensivos no contexto de uma educação embasada no EI.

Acreditamos que estas são questões promissoras de pesquisa que podem e devem ser trabalhadas futuramente, e, se esse trabalho puder servir como contribuição para isso, nos damos por satisfeitos.

6. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Agradecemos também à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect).

7. Referências

- ALMEIDA, E. S.; RAMOS, R. O.; SALES, A. Momentos de estudo vivenciados na resolução de um problema de geometria analítica. In: VII SEMINÁRIO SUL-MATO-GROSSENSE DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Campo Grande, MS. *Anais*. 2013.
- ALMEIDA, F. E. L.; LIMA, A. P. A. B. As relações didáticas sob o ponto de vista das organizações matemáticas e organizações didáticas. In: VII ENCONTRO PERNAMBUCANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Garanhuns, PE, *Anais*. 2017.
- ASSAI, N. D. S.; FREIRE, L. I. F. A utilização de atividades experimentais investigativas e o uso de representações no ensino de cinética química. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 12, n. 6, pp. 153-173. 2017.
- BOSCH, M.; GASCÓN, J. Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de matemática de Secundaria. In: GONZÁLEZ; M. J.; GONZÁLEZ, M. T.; MURILLO, J. (Orgs). SEIEM. Santander: Espanha, 2009. pp. 89-113.
- BRICCIÀ, V. Competências docentes em um Projeto de Inovação para a Educação Científica. 203f. Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- BRICCIÀ, V. CARVALHO, A. M. P. Competências e formação de docentes dos anos iniciais para a educação científica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 18, n. 6, pp. 1-22, 2016.
- CACHAPUZ, A.; et al. *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. 2^a ed. Cortez. São Paulo: Brasil, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Em: *Ensino de Ciências por investigação – condições*

- para implementação em sala de aula.** 1^a ed. Cengage Learning. São Paulo: Brasil, 2013. pp. 1-20.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, pp. 765-794. 2018.
- CHEVALLARD, Y. El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico. **Recherches en Didactiques des Mathématiques**, v. 19, n. 2, pp. 221-266. 1999.
- CHEVALLARD, Y. Aspectos problemáticos de la formación docente. I: XVI JORNADAS DEL SEMINARIO INTERUNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN DIDACTICA DE LAS MATEMÁTICAS (SI-IDM). Huesca. Conferencia impartida. Escuela de Magisterio de Huesca, Universidad de Zaragoza. Disponível em: <http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=15>. Visitou em 27 ago, 2020. 2001.
- CHEVALLARD, Y. Sobre Teoria da Transposição Didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Duque de Caxias, v. 3, n. 2, pp. 1-14. 2013.
- DELGADO, J. dos S. G. Saberes docentes e o ensino por investigação: contribuições de uma formação continuada em Mato Grosso do Sul. 233f. Doutorado em Ensino de Ciências – Universidade Federal de Mato Grosso de Sul, Campo Grande, 2021.
- DIOGO, R. C.; OSÓRIO, A. S.; SILVA, D. R. R. A Teoria Antropológica do Didático: Possibilidades de contribuição ao Ensino de Física. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Florianópolis, SC. **Anais**. 2007.
- FERNANDES, T. C. D. O ensino de astronomia em uma vertente investigativa a partir de histórias problematizadoras: o que emerge da fala de professores após experiência em sala de aula. 293f. Mestrado em Educação – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.
- FONSECA, A. L. C.; TARTAROTTI, E. Análise Praxeológica de Atividades sobre Polialelia e Grupos Sanguíneos no Livro Didático de Biologia. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Florianópolis, SC. **Anais**. 2017.
- GIL, C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 6^a ed. Atlas. São Paulo: Brasil. 2017.
- GONDIN, C. M. M.; MACHADO, V. M. Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos. In: X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Águas de Lindoia, SP. **Anais**. 2015.
- LIMA, A. P. A. B.; SANTOS, M. C. Contrato didático: interface entre o psicológico e o didático na análise do processo ensino-aprendizagem da matemática e das ciências. **Revista Debates em Ensino de Química**, Recife, v. 3, n. 1, pp. 6-27. 2017.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2^a ed. E.P.U. Rio de Janeiro: Brasil. 2015.
- MACHADO, V. de M. Prática de estudo de ciências: formação inicial docente na unidade pedagógica sobre a digestão humana. 268f. Doutorado em Educação - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2011.
- MARANDINO, M.; et al. Os usos da Teoria da Transposição Didática e da Teoria Antropológica do Didático para o estudo da educação em museus de ciências. **Revista Labore**, Campo Grande, v.1, n. 1, pp. 69-97. 2016.
- MOURA, M. B. Formação continuada de professores e a metodologia de ensino por investigação nos anos iniciais do ensino fundamental de Paraúna – GO. 120f. Mestrado em Educação para Ciências e Matemática – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, Jataí. 2016.
- OLIVEIRA, K. S. O ensino por investigação: Construindo possibilidades na formação continuada do professor de ciências a partir da ação-reflexão. 199f. Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- OLIVEROS, P. B. Ensino por Investigação: contribuições de um curso de formação continuada para a prática de professores de Ciências Naturais e Biologia. 127f. Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
- SÁ, E. F. Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação. 203f. Doutorado em Educação – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo

- Horizonte, 2009.
- SANTANA, R. S. A realidade do ensino por investigação na práxis dos professores dos anos iniciais do ensino fundamental: possibilidades e desafios. 162f. Mestrado em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática – Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.
- SANTOS, C. M.; FREITAS, J. L. M. Contribuições da teoria antropológica do didático na formação de professores de matemática. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática**, Belém, v. 13, n. 27, pp. 51-66. 2017.
- SANTOS, M. C.; MENEZES, M. B. A teoria antropológica do didático: uma releitura sobre a teoria. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 8, n. 18, pp. 648-670. 2015.
- SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, pp. 49-67. 2015.
- SOUZA, W. B.; RICARDO, E. C. O uso dos momentos didáticos de Chevallard aplicados em um estudo de caso em física moderna. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. São Sebastião, SP. **Anais**. 2014.
- SUZUKI, W. H. P. S.; ZOMPERO, A. de F. O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o Ensino por Investigaçāo. **Revista Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**. Bogotá, v. 11, n. 1, pp. 100-116, 2016. doi: 10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n1.a7
- ZÔMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, pp. 67-80. 2011.





OFICINA TEMÁTICA CARBOIDRATOS, UTILIZANDO OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA A APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

THEMATIC WORKSHOP CARBOHYDRATES, USING THE THREE PEDAGOGICAL MOMENTS AS A DIDACTIC STRATEGY FOR LEARNING CHEMISTRY

TALLER TEMÁTICO CARBOHIDRATOS, UTILIZANDO LOS TRES MOMENTOS PEDAGÓGICOS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

Jennifer Alejandra Suárez Silva*  , Mara Elisa Fortes Braibante** 

Cómo citar este artículo: Suárez, S. J. A; Braibante, F. M. E. (2021). Oficina temática carboidratos, utilizando os três momentos pedagógicos como estratégia didática para a aprendizagem de química. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 622-635. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17627>

Resumo

A presente pesquisa apresenta uma proposta para o ensino e aprendizagem de conceitos de Química relacionados ao tema carboidratos, é um recorte da dissertação de mestrado, que se encontra no repositório do Programa de Pós Graduação Educação em Ciências Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria. Para isso, elaborou-se uma oficina temática estruturada nos três momentos pedagógicos, os quais foram aplicados por professores em formação inicial pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência de Química da Universidade Federal de Santa Maria. A proposta foi desenvolvida com uma turma de 3^a série do ensino médio de uma escola pública de Santa Maria – Rio Grande do Sul. Os dados foram obtidos a partir da aplicação de questionários ao início e ao final da oficina, atividades em sala de aula e relatórios. Estes instrumentos foram analisados de acordo a Análise Textual Discursiva a partir da construção de categorias a priori e emergentes. Conclui-se que as oficinas temáticas desenhadas com diferentes metodologias de ensino contextualizadas como, práticas experimentais, jogos e situações problemas, permitiram o diálogo e a problematização da realidade dos estudantes bem como a aprendizagem dos conceitos de química de forma significativa.

Palavras-chave: Educação científica. Aprendizagem. Química.

Abstract

This research presents a proposal for Chemistry teaching and learning, in concepts related to the carbohydrate theme. Results are an excerpt from the master's dissertation,

Recibido: 20 de febrero de 2021; aprobado: 5 de octubre de 2021

* Mestre em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal Santa Maria (UFSM), Brasil. Email: alejasu9301@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4976-5760>

** Doutora em Química pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Professora titular do Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. Email: maraefb@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8060-0361>.

which can be found in the repository of the Graduate Program in Education in Life Sciences and Health at the Federal University of Santa María. For this purpose, a thematic workshop structured in the three pedagogical moments was elaborated, which were applied by pre-service teachers in the Institutional Program for Teaching Initiation of Chemistry at the Federal University of Santa Maria. We work with a 3rd-grade class from a public school in Santa María - Rio Grande do Sul. Data was collected applying questionnaires at the beginning and end of the workshop, activities in the classroom, and reports. To analyze the information, we use the Discursive Textual Analysis, elaborating a priori and emerging categories. Results show that thematic workshops designed with different contextualized teaching methodologies such as experimental practices, games, and problem situations, allow students to construct their learning of chemistry concepts in a meaningful way.

Keywords: Science education. Learning. Chemistry.

Resumen

La presente investigación presenta una propuesta para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos de Química relacionados con el tema de los carbohidratos, es una parte de la tesis de maestría, que se encuentra en el repositorio del Programa de Posgrado Educación en Ciencias Químicas de la Vida y la Salud de la Universidad Federal de Santa María. Para ello, se elaboró un taller temático estructurado en los tres momentos pedagógicos, que fueron aplicados por docentes en formación inicial perteneciente al Programa Institucional de Iniciación Docente de Química en la Universidad Federal de Santa María. La propuesta fue desarrollada con una clase de 3er grado de una escuela pública en Santa María – Rio Grande del Sur. Los datos se obtuvieron de la aplicación de cuestionarios al comienzo y al final del taller, actividades en el aula e informes. Estos instrumentos se analizaron de acuerdo con el Análisis textual discursivo a partir de la construcción de categorías a priori y emergentes. Se concluye que los talleres temáticos diseñados con diferentes metodologías de enseñanza contextualizadas, como prácticas experimentales, juegos y situaciones problemáticas, permiten a los estudiantes construir su aprendizaje de conceptos de química de una manera significativa.

Palabras clave: Educación científica. Aprendizaje. Química.

1. Introdução

A aprendizagem significativa deve ser considerada um dos objetivos a ser alcançado pelo currículo escolar e pelos professores de ciências, dentro do processo de ensino e aprendizagem. No caso da Química, a aprendizagem significativa é corroborada no Brasil pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, ao mencionar

que para o ensino de química se deve realizar “abordagens dos conteúdos, extrapolando a visão restrita desses, priorizar o estabelecimento de articulações dinâmicas entre teoria e prática pela contextualização de conhecimentos em atividades diversificadas que enfatizam a construção coletiva de significados aos conceitos, em detrimento da mera transmissão repetitiva” (BRASIL, 2006,

p.117). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), afirma que é preciso “contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas” (BRASIL, 2018, p.16).

Para alcançar esse objetivo com os estudantes em sala de aula, é necessário que os professores mudem a educação tradicional ou nomeada pelo Paulo Freire como educação bancária, onde a “educação é o ato de depositar, de transferir, de transmitir valores e conhecimentos” (FREIRE, 1970, p. 39), já que de acordo com DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO (2009, p. 127), muitos professores da área de Ciências ainda permanecem “insistindo na memorização de informações isoladas, acreditando na importância dos conteúdos tradicionalmente explorados e na exposição como forma principal de ensino”. Pelo exposto, percebe-se que é necessária uma educação que permita a “interação professor e aluno, tornar-se um caminho para as aulas mais dinâmicas, dialogadas e problematizadoras, estabelecendo uma conexão entre o senso comum dos educandos e a apropriação do conhecimento científico, refletindo diretamente em seu cotidiano” (SANTOS, FRASSON, NASCIMENTO, 2018, p. 188). Além disso, permita o desenho de atividades didáticas que sejam mediadoras da relação entre os alunos e um objeto de conhecimento ou entre as relações sociais inerentes ao contexto pedagógico (MONTEIRO, 2010), pelo qual, “faz-se necessário refletir que no ato do profissional é preciso criar métodos didáticos que promovam o aprendizado do aluno na questão do conhecimento escolar da disciplina” (SILVA et al. 2020, p. 5).

Dentro da perspectiva apresentada, este trabalho utiliza como estratégia de ensino a elaboração de uma oficina temática estruturada nos três momentos pedagógicos. As oficinas temáticas, são metodologias de curta duração, que permitem o ensino de conceitos químicos selecionados e

trabalhados dentro de um contexto, de forma que o estudante compreenda as situações em estudo e proporcione uma aprendizagem significativa (MARCONDES et al. 2007). De acordo com SPAT et al. (2017) caracteriza-se também por relacionar os conteúdos conceituais com as experiências pessoais vivenciadas diariamente na sociedade pelos estudantes.

A oficina temática nomeada como “Carboidratos” foi aplicada para estudantes da 3^a série do ensino médio com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa da Química presente nos carboidratos, articulando situações do contexto dos estudantes por meio de diferentes atividades didáticas com os conceitos curriculares estabelecidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino Médio (PCNEM) dentro do tema estruturador “Química e Biosfera - Os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos”. A finalidade do tema estruturador é que os estudantes conheçam a composição, propriedades e função dos alimentos nos organismos vivos: carboidratos, proteínas, lipídeos. (BRASIL, 2002).

2. Referencial Teórico

2.1. Os três momentos pedagógicos

Os Três Momentos Pedagógicos, abordados inicialmente por Delizoicov e Angotti em 1982, surgem do pensamento do educador brasileiro Paulo Freire desde seu primeiro livro publicado em 1970 a “Pedagogia do oprimido”, no qual defendia como objetivo mudar a educação bancária pela educação libertadora que “propõe aos homens sua situação como problema. Propõe a eles sua situação como incidência de seu ato cognoscente, através do qual será possível a superação da percepção mágica ou ingênua que dela tenham” (FREIRE, 1970, p. 50), para que os homens se apropriem e transformem sua realidade histórica. Além disso, a educação libertadora permite que o estudante no processo de ensino – aprendizagem tenha um rol ativo, de participação e de diálogo o que difere da educação bancaria, onde o estudante escutava e o docente falava para “doar”

o conhecimento, como o menciona FREIRE (1970, p.40) “a concepção “bancária” nega a dialogicidade como essência da educação e se faz antidialógica; para realizar a superação, a educação problematizadora – situação gnosiológica – afirma a dialogicidade e se faz dialógica”.

Na perspectiva da problematização e do diálogo do Freire, DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO (2009), propõem os seguintes momentos pedagógicos:

Problematização inicial (PI): O primeiro momento pedagógico, caracteriza-se por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam, com o fim de desafiar os estudantes a expor seus conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva, como imagens, conceitos, símbolos ou contextos (MOREIRA et al. 2008), sobre determinadas situações, já que servem como ancoradouros para o novo conhecimento (AUSUBEL, 1978). Essas situações devem “servir como convites à reflexão, motivando o aluno a levantar hipóteses e construir estratégias de resolução (ABREU, FERREIRA, FREITAS, 2017, p. 3). Além disso, deve permitir o diálogo entre estudante – professor, estudante – estudante e não só ser respostas simples a uma pergunta, pois o diálogo é fundamental para a “problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la” (FREIRE, 1970, p. 51).

Organização do conhecimento (OC): No segundo momento, é feito o estudo ou a abordagem dos conhecimentos envolvidos no tema e na problematização inicial, são ensinados os conteúdos científicos necessários para analisar e interpretar situações significativas, através do uso de diferentes metodologias didáticas, como estudos de casos, práticas experimentais, jogos, situações problema, entre outros. Para OC, é importante que as metodologias utilizadas sejam lógicas segundo à estrutura cognitiva do estudante, para assim articular os subsunções específicos de quem aprende e com os conteúdos a ensinar, de

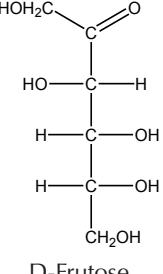
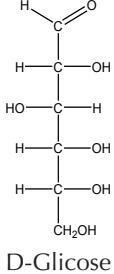
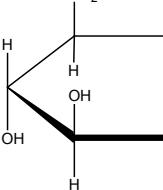
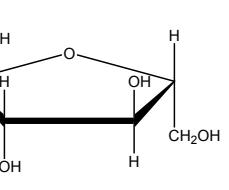
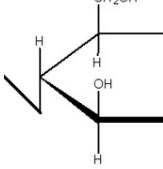
maneira não-arbitrária e não-literal (MOREIRA, 2011; RODRIGUEZ et al. 2010).

O conteúdo científico abordado dentro desta oficina temática na OC, foram os carboidratos (CHO), os quais são também chamados de sacarídeos, glicídios ou hidratos de carbono, são compostos que têm como característica possuir em sua estrutura grupos hidroxilas e um grupo carbonila (aldeídico ou cetônico) (BERG, TYMOCZKO, STRYER, 2004). São encontrados em alimentos como frutas, verduras, cereais e tubérculos, nas estruturas das paredes celulares de bactérias e vegetais e no arcabouço estrutural do ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA). Podem desempenhar no organismo diversas funções biológicas, como: fonte e armazenamento de energia, intermediários metabólicos e estruturais. (NELSON, COX, 2006). Os carboidratos são classificados de acordo como o número de monômeros na sua estrutura em: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, os quais apresentamos no Quadro 01.

Aplicação do conhecimento (AC): É o terceiro e último momento pedagógico, destina-se a desenvolver atividades para que os estudantes utilizem os conhecimentos aprendidos no segundo momento pedagógico, na análise e interpretação de novas situações propostas que precisem dos mesmos conhecimentos.

Os momentos pedagógicos podem ser organizados em uma oficina temática, a qual de acordo com PAZINATO, BRAIBANTE (2014, p. 289) pode ser definida como “um local em que se trabalha algum assunto”, que tem como finalidade ensinar de forma inter-relacionada, contextualizada e experimental. A oficina aborda sob a perspectiva da aprendizagem significativa os conteúdos de química selecionados em função do tema, envolvendo os estudantes “em um processo ativo de construção de seu próprio conhecimento e de reflexão que possa contribuir para tomadas de decisões” (MARCONDES, 2008, p. 67). Sendo por essa razão, considerada como um pressuposto construtivista para o processo de

Quadro 1. Classificação dos carboidratos

CHO	Descrição	Exemplo	
Monossacarídeos	Cadeias carbônicas lineares não-ramificadas, constituídas por uma aldose (aldeído) ou por uma cetose (cetona) e um ou mais grupos hidroxila na molécula, caracterizam-se geralmente por serem incolores, sólidos cristalinos, naturalmente solúveis em água.	 D-Fructose	 D-Glucose
Oligossacarídeos	São compostos formados pela ligação glicosídica entre dois a seis monossacarídeos, sendo os mais representativos deste grupo os dissacarídeos, que são produtos da hidrólise de moléculas maiores, tais como: a sacarose, lactose e maltose.	 D-Glucose	 D-Fructose
Polissacarídeos	São também conhecidos como glicanos, formados pela ligação de 100 ou mais monossacarídeos que podem ser os mesmos (homopolissacarídeos) ou diferentes (heteropolissacarídeos).	 Celulose	

Fonte. BERG, TYMOCZKO, STRYER, 2004.

ensino e aprendizagem (GAIA et al. 2008). A oficina temática tem como características pedagógicas, conforme MARCONDES (2008): (1) Utilização da vivência dos alunos e dos fatos do dia a dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens; (2) Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento; (3) Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo; (4) Participação ativa do estudante na elaboração do seu conhecimento. (p. 68 – 69).

1. Metodologia da investigação

A presente pesquisa é considerada como uma pesquisa de ensino com abordagem predominantemente qualitativa, que, de acordo

com a FIRESTONE (1957 citado por MOREIRA, 2003), busca a compreensão do fenômeno social segundo a perspectiva dos atores, através da participação em suas vidas, procurando a explicação interpretativa.

Também é considerada, de acordo com a sua natureza como uma pesquisa aplicada, uma vez que necessita para a solução do problema a comprovação prática, por meio de experimentos e/ou observações de determinado contexto. Este tipo de pesquisa se estrutura em: fundamentação teórica, metodologia da pesquisa (empírica), a qual deve possuir ferramentas ou instrumentos para coleta, análise e discussão dos dados (CORRÊA, 2010; GERHARDT, SILVEIRA, 2009). Nesse caso, esta pesquisa tem como problema a ser solucionado de forma empírica: Como

a implementação de uma oficina temática estruturada nos três momentos pedagógicos pode favorecer a aprendizagem significativa da Química presente nos carboidratos?

Na elaboração de uma oficina temática, segundo PAZINATO, BRAIBANTE (2014), deve-se permitir a contextualização do conhecimento científico, desenvolver a curiosidade, apresentar um nível de aprofundamento suficiente para o entendimento das situações em estudo e proporcionar uma aprendizagem significativa. Portanto para a elaboração da oficina proposta, iniciou-se com a preparação dos professores em formação inicial para a elaboração da oficina e sua posterior aplicação na escola. Na preparação discutiu-se os três momentos pedagógicos, a elaboração de objetivos de aprendizagem e metodologias de ensino. Posteriormente, os professores em formação inicial do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), realizaram

uma busca na literatura sobre os conceitos de Química relacionados aos carboidratos a serem abordados, bem como de experimentos relacionados. Os materiais encontrados foram analisados e discutidos para escolher os conteúdos a serem abordados, as atividades experimentais e as metodologias didáticas a serem utilizadas. No caso das atividades experimentais, foram testadas com a finalidade de realizar adaptações necessárias, escolher os materiais, as precauções e detectar possíveis erros antes de aplicar em sala de aula. Dessa forma, obteve-se as informações necessárias o que permitiu a organização da oficina temática como propõem PAZINATO, BRAIBANTE (2014, p.2) (Figura 1).

Após a pesquisa inicial, organizou-se os conteúdos selecionados e as metodologias de ensino nos três momentos pedagógicos, conforme Quadro 2:

1. Resultados

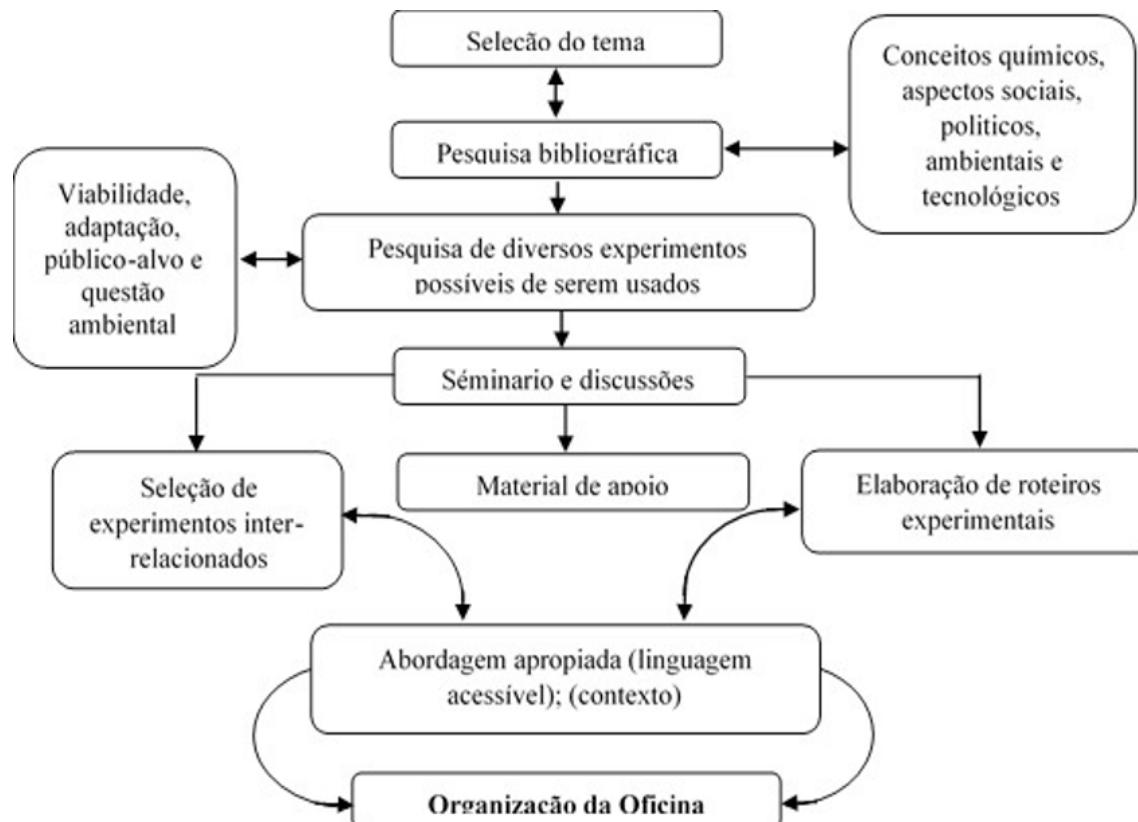


Figura 1. Elaboração de uma oficina temática. **Fonte:** PAZINATO, BRAIBANTE, 2014.

Quadro 2. Os três momentos pedagógicos da oficina temática “Carboidratos”

Momento Pedagógico	Tempo	Atividade Desenvolvida
PI	2 h/ aula	Considerando que a PI, é o momento pedagógico que tem como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, propõe-se a aplicação das seguintes atividades, as quais tem que ser orientadas pelo professor, para que o estudante possa expor suas ideias. - Questionário inicial de ideias prévias sobre carboidratos. - “Mensagem invisível”: Mensagem alusiva aos carboidratos, o qual permitia identificar algumas concepções prévias sobre conceitos químicos envolvidos e introduzir a temática “Carboidratos”, a mensagem era decifrada usado como reagente revelador o Lugol.
OC	1 h/ aula	Na OC, abordou-se os conhecimentos científicos relacionados ao estudo dos carboidratos, utilizando diferentes estratégias didáticas construtivistas, que permitem dar um estímulo para que o estudante seja participe de forma ativa na construção de sua aprendizagem. -Atividade: “O que são os carboidratos”: Explicação do que são os carboidratos a partir da análise de artigos científicos.
	3 h/ aula	-Atividade: “Funções orgânicas nos carboidratos”: Ensino e aprendizagem das funções orgânicas presentes nos carboidratos tais como: cetona, álcool, aldeídos e éter, utilizando como ferramentas: 1. Jogos didáticos: São jogos utilizados para o ensino – aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos, sendo em geral realizados na sala de aula ou no laboratório, os quais para sua aplicação implica que o professor auxilie o estudante no desenvolvimento do jogo e possa por meio deste motivar, incentivar a ação do estudante, estabelecer relações entre o jogo e os conceitos, estimular o trabalho de cooperação em grupos e a tomada de decisão (CUNHA, 2012), 2. Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC): As TIC são ferramentas que segundo BITANTE, et al., (2016) auxiliam o aprendizado e contribui na formação dos estudantes, por ser ferramentas de grande importância na sociedade contemporânea, por estar inserida no dia – dia das pessoas. Nesta pesquisa, utilizou-se como ferramenta os computadores da sala de informática da escola.
	2 h/ aula	-Classificação dos carboidratos: Ensino da classificação dos carboidratos. -Atividade “Mono, Di ou Polissacáideos”: Emprego dos conceitos aprendidos a partir da classificação dos carboidratos identificados em diferentes alimentos, utilizando como apoio os rótulos de alimentos, a informação nutricional e os ingredientes. A utilização dos rótulos de alimentos e tabelas nutricionais conforme ZÔMPERO, et al. (2014) é importante nas aulas de Ciências, dado que pesquisas divulgadas sobre a Alfabetização Científica dos brasileiros aponta que metade das pessoas não conseguem aplicar o que aprendeu em situações cotidianas, especificamente, não conseguem ler tabelas e não interpretam rótulos de alimentos. Dessa maneira, é possível inferir que a escola não tem dado devida atenção a esse aspecto na formação do cidadão.
	1 h/ aula	-Atividade experimental: “Carboidratos em alimentos”: Atividade destinada à identificação do polissacárido amido em alimentos, utilizando como estratégia didática uma atividade experimental que de acordo com ANDRADE, MASSABNI (2011), é uma estratégia que complementa as aulas expositivas, incentiva o gosto pela área e permite a participação dos estudantes na construção de seu próprio conhecimento com orientação ou auxílio do professor e de colegas.
	1 h/ aula	-Funções biológicas dos carboidratos. -Atividade: “Que função é?”: Análise de uma situação problema, a qual são consideradas como uma “situação-didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. É essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema” (MEIRIEU, 1998, p.192). A atividade tinha como finalidade que o estudante analisasse a situação, utilizando seus conhecimentos prévios e construisse seu conhecimento na busca de conceitos novos sobre as funções biológicas dos carboidratos para chegar a uma solução.
	3h/ aula	Solubilidade, forças intermoleculares e misturas: Abordou-se os conceitos de solubilidade, soluto, solvente e forças intermoleculares. Ressalta-se que dentre as forças intermoleculares abordadas, destacou-se principalmente as ligações hidrogênio, pois nos carboidratos a solubilidade depende da disponibilidade dos grupos hidroxila para formar ligações hidrogênio com a água. Além disso, abordou-se os diferentes tipos de misturas de forma teórica e experimental. Para isso, utilizou-se uma atividade experimental demonstrativa com duas misturas, sendo uma delas homogênea (água com álcool) e a outra heterogênea (água com azeite). -Atividade experimental: “Quais são solúveis?”: Identificação da solubilidade dos carboidratos, tais como: sacarose, glicose, amido e frutose.

AC	1 h/ aula	- Estudo de caso: "Débora precisa de ajuda": Para a identificação dos conhecimentos construídos pelos estudantes no desenvolvimento da oficina temática utilizou-se os estudos de caso. Os casos, são definidos por SERRA, VIEIRA (2006, p.10) como "relatos de situações ocorridas no "mundo real", apresentadas a estudantes como a finalidade de ensinar". O caso (história fictícia) apresentado foi "Débora precisa de ajuda", relata a história de Débora, que era uma atleta de 15 anos de idade, que estava perdendo peso e sentia algum mal-estar. Os professores, preocupados com o que acontecia com Débora procuraram ajuda com colegas e solicitaram uma dieta para ela e alguns exames de sangue (os dados da dieta e exames foram fornecidos dentro do caso). O caso permite a participação do estudante dentro da história ao mencionar que: "Vocês são os colegas dos professores de Débora e terão que ajudá-los a descobrir as causas dos sintomas de Débora e decifrar os resultados de seu exame de sangue. Que alternativas os professores devem fornecer para Débora em sua alimentação para solucionar seu problema e melhorar sua saúde?".
	1 h/ aula	- Questionário final, para identificar indícios de aprendizagem significativa.

Fonte. Autoria própria

A aplicação da oficina temática contou com a participação de 12 estudantes (EST), 7 do sexo masculino e 5 do sexo feminino, com idades entre 16 e 18 anos, os quais foram denominados como EST1 a EST12, com objetivo de preservar suas identidades. A pesquisa do presente trabalho é de caráter qualitativo parte de uma análise criteriosa das informações obtidas, portanto utilizamos para análise dos resultados obtidos com a aplicação da oficina temática, uma metodologia de análise que se insira nesse tipo de pesquisa e que auxilie da melhor forma na compreensão dos dados, a Análise Textual Discursiva (ATD). "A ATD inserida no movimento da pesquisa qualitativa não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, a reconstrução de conhecimentos existentes sobre os temas investigados" (MORAES, GALIAZZI, 2016, p. 33). Os autores destacam que esta metodologia de análise de informações qualitativas está baseada nos princípios da fenomenologia e da hermenêutica.

Além disso, a ATD, é "uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa, que são a análise de conteúdo e a análise de discurso" (MORAES, GALIAZZI, 2006, p.118). A ATD foi elaborada a partir da construção de categorias a priori e emergentes, utilizando como instrumentos de coletas de dados os questionários e as atividades aplicadas no desenvolvimento da oficina temática, considerando as respostas como o corpus do trabalho (MORAES, 2003). Por meio

do questionário aplicado para detectar as ideias prévias, identificou-se que os estudantes não reconhecem as funções orgânicas presentes nos carboidratos (aldeído, cetona, álcool e éter). Além disso, apresentam diferentes concepções sobre as seguintes questões:

1. O que são os carboidratos? Observou-se que 2 EST associam os CHO com açúcares, pois os CHO também são conhecidos como sacarídeos, palavra do grego sakcharon, que significa açúcar (BERG, TYMOCZKO, STRYER, 2004), 2 EST mencionaram que são alimentos, embora não sejam alimentos, e sim, nutrientes presentes nos alimentos eles reconhecem onde estão presentes, 1 EST indicou que são nutrientes de forma assertiva, já que segundo a PAZINATO, BRAIBANTE (2014), os CHO são nutrientes classificados como macronutrientes. Por outro lado, 1 EST mencionou que os CHO são substâncias presentes nos alimentos, embora não seja uma resposta errada, pode suscitar diferentes interpretações do conceito "substância", o qual segundo SILVA, AMARAL (2016), é considerado um dos conceitos mais importantes da Química, pois permite a compreensão de muitos fenômenos. Este conceito é utilizado pelos estudantes como sinônimo de coisa, material e elemento, ou confundido com substância pura gerando alguns obstáculos epistemológicos (Figura 2).

Os resultados obtidos nesta primeira questão, foram semelhantes a investigação de PASSOS, et al. (2018), já que alguns estudantes na identificação dos conceitos prévios não souberam definir o que são os carboidratos e nem citaram exemplos, no entanto, outros estudantes expuseram seus

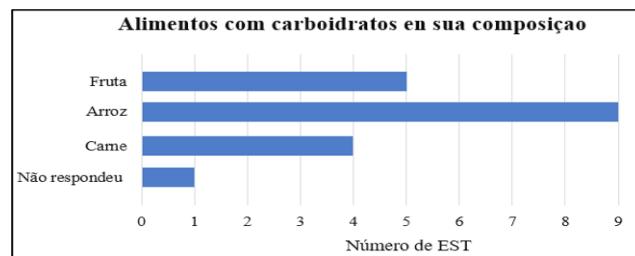
**Figura 2.** Concepções sobre o que são os carboidratos.**Fonte:** Autoria própria.

conhecimentos prévios ao mencionar exemplos ou um conceito convergente aos aportes da literatura, como: “são moléculas orgânicas responsáveis pelo fornecimento de energia ao organismo (através de reações). Em geral, são açúcares”. Conforme já mencionado, os autores da investigação consideram necessário o aperfeiçoamento conceitual dos estudantes quanto ao tema carboidratos, visto que nem todos os estudantes apresentam o conceito e exemplos convergentes ao conceito científico dessas biomoléculas (PASSOS, et al. 2018).

2. Quais são suas funções biológicas? 8 EST manifestaram ter conhecimentos prévios, ao mencionar que são “fonte de energia”, “servem como estrutura” ou “armazenamento de energia”, já que segundo com BERG, TYMOCZKO, STRYER (2004) as funções biológicas dos carboidratos são: fonte e armazenamento de energia, intermediários metabólicos e estruturais (Figura 3).

3. Em quais alimentos estão presentes? Para a última questão os estudantes assinalaram alguns exemplos de alimentos apresentados, é importante esclarecer que os estudantes podiam escolher mais de uma opção (Figura 4).

Com os resultados, pode-se observar que 9 EST reconhecem a presença de CHO no arroz e 5 EST na fruta. Não obstante, 4 EST responderam

**Figura 4.** Alimentos com carboidratos em sua composição.**Fonte:** Autoria própria.

de forma errada ao mencionar que a carne possui CHO, já que esta é uma fonte do macronutriente proteína. Esta mesma problemática, observou-se na investigação de SOUZA, ALMEIDA e RIBEIRO (2019), onde encontraram que alguns estudantes tinham a percepção que os carboidratos estavam presentes nos alimentos como massas, pães, cereais, açúcares e batatas, não obstante, outros estudantes tiveram respostas breves, onde colocaram que não conheciam alimentos que tem carboidratos na sua composição ou que os carboidratos eram a mesma coisa que as proteínas e as gorduras.

Na PI houve a participação ativa dos estudantes decifrando uma “mensagem invisível” como se observa na Figura 5, a qual foi escrita com amido dissolvido em água e revelada com solução de Lugol. A mensagem mencionava: “Olá! Eu sou parte de sua alimentação, sou o que te dá energia e proporciona a glicose na corrente sanguínea para que seu cérebro funcione. Estou presente nas massas, frutas, besouros, folhas das árvores e nesta mensagem. Quem sou eu?”. Além disso, os estudantes socializaram as hipóteses correspondentes à pergunta presente na mensagem (Quem sou eu?). Como consenso chegaram na resposta “carboidratos”, justificando sua resposta pela presença das palavras chaves presentes na mensagem como “energia” e “glicose” a qual foi associada com facilidade ao termo açúcar.

A OC iniciou-se com a leitura e socialização do artigo “Carboidratos garantem energia e boa alimentação” (VELOSO, 2009), onde os estudantes reconheceram que: “os carboidratos estão constituídos por hidrogênio, oxigênio e carbono” (Est 4), “são também conhecidos como hidratos de

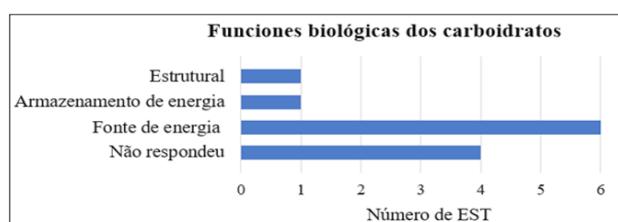
**Figura 3.** Funções biológicas dos carboidratos. **Fonte:** Autoria própria.



Figura 5. EST decifrando e construindo a “mensagem invisível”. **Fonte:** Autoria própria.

carbono” (Est 8), “estão presentes em alimentos como: batata, frutas, massas, pão...” (Est 1) e seu consumo excessivo “pode levar ao sobre peso, obesidade e desenvolvimento de diabetes” (Est 12).

Após, explorou-se os conceitos chaves presentes na química dos CHO quais as funções orgânicas presentes, exemplificando em que outros produtos do contexto dos EST podem ser encontradas as funções orgânicas estudadas, como nas bebidas alcoólicas, no álcool etílico vendido nas farmácias para o controle de infecções, no removedor de esmalte, nos anestésicos, etc. Os EST aplicaram o conhecimento, classificando diferentes fórmulas estruturais contidas em envelopes das diferentes funções orgânicas (álcool, cetona, aldeído e éter) como se observa na Figura 6a. Para esta atividade cada EST selecionou um envelope dos quatro disponíveis, do envelope era sorteado uma fórmula estrutural e em seguida ele a classificava de acordo com a função orgânica presente. Além disso, elaborou-se uma atividade interativa utilizando ferramentas digitais, a qual fornecia aos EST uma descrição do CHO, sua fórmula estrutural e uma pergunta com quatro possíveis respostas (Figura 6b), com o objetivo de que os EST identificassem a presença das funções orgânicas nos CHO exemplificados.



Figura 6. Classificação das funções orgânicas por parte dos estudantes. **Fonte:** Autoria própria.

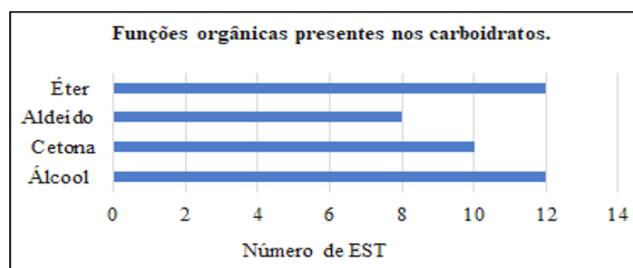


Figura 7. Funções orgânicas presentes nos carboidratos.

Fonte: Autoria própria.

No questionário final os 12 EST conseguiram identificar as funções orgânicas éter e álcool, 10 EST a função cetona e 8 EST os aldeídos. Os resultados obtidos foram similares aos encontrados em outras pesquisas, como descrito por PAZINATO, BRAIBANTE (2014, p. 6), que mencionam que uma “dificuldade detectada foi a caracterização das funções orgânicas que apresentam o grupo carbonila, na qual muitos estudantes confundem aldeído com cetona. Entretanto, a grande maioria conseguiu identificar a função orgânica álcool” (Figura 7).

Por outro lado, para a identificação de alimentos que possuem em sua composição bioquímica o macronutriente CHO, os EST tiveram primeiro que analisar a informação nutricional e os ingredientes presentes nos rótulos de diferentes alimentos (Figura 8a), depois de forma experimental identificaram a presença de amido nos alimentos utilizando como reagente o Lugol (Figura 8b). Além disso, esta atividade permite que os estudantes reflitam que para “uma nutrição saudável faz-se necessário um conhecimento que vá além do senso comum acerca do que é consumido.” (SPAT et al. 2017, p. 133).

Após as atividades feitas e as respostas obtidas com



Figura 8. Funções orgânicas presentes nos carboidratos.

Fonte: Autoria própria.

o questionário final, identificou-se que os 12 EST aprenderam de forma significativa que alimentos possuem dentro de sua composição CHO, tais como: arroz, massa, pão, leite, açúcar, sucos de caixa, bolacha, refrigerante, leite condensado, batata frita, iogurte, farinha de trigo e alface. No entanto, 1 EST apresentou dificuldades na classificação do CHO identificado nos alimentos monossacarídeo, dissacarídeo ou polissacarídeo. Estes resultados favoráveis também se apresentaram na pesquisa de SANTOS, CARDOSO e SILVA (2017), onde ressaltam o uso da experimentação para identificar o amido e a leitura dos rótulos de alimentos já que ajudaram a despertar o interesse dos alunos, levando-os a fixar melhor o assunto, pois facilitaram o entendimento de noções básicas sobre os carboidratos e, também, sobre a sua importância para o bem-estar no organismo humano.

Para o processo de ensino – aprendizagem das funções biológicas dos CHO foram apresentadas aos EST por meio de diferentes situações problemas para analisarem, como a apresentada na Figura 9.

Como resultado desta atividade 9 EST responderam a tarefa solicitada, através de uma pesquisa bibliográfica, identificando como função biológica no exemplo apresentado o fornecimento de energia, algumas respostas apresentadas pelos estudantes foram: Est 10: “Quando Ricardo eliminou os carboidratos, eliminou a sua principal fonte de energia e acabou ficando desmotivado e sem energia para jogar futebol”. Est 3: “Os carboidratos atuam como “combustíveis” fornecendo a energia necessária, quando Ricardo parou de consumir

os carboidratos, ficou sem energia para realizar suas atividades”. Com a aplicação da atividade, observou-se que os EST aprenderam de forma significativa as funções biológicas ao relacionar os conhecimentos construídos com diferentes situações do contexto do EST. Além disso, no questionário final 11 EST mencionaram que as funções biológicas dos CHO, são: “estrutural”, “fonte de energia” e “armazenamento de energia”.

Para finalizar a OC, os EST identificaram de forma experimental a solubilidade de diferentes CHO, como frutose, glicose, sacarose e amido (Figura 10), por tanto os 12 EST conseguiram determinar de forma correta quais CHO eram solúveis e quais não eram.

Por último na AC, observou-se na solução do estudo de caso que os EST assumiram o papel dos colegas e dos professores ao mencionar: Est 5: “fico feliz em poder ajudar vocês” e Est 3: “Bom dia professores, espero que estejam bem”. Também conseguiram decifrar as causas dos sintomas de Débora e os resultados, como se destaca nas respostas apresentadas: “os sintomas apresentados provavelmente, foram causados pela alimentação que não tem um nível energético ideal” (Est 9); “Após analisar os exames de Débora identifiquei que ela está com hipoglicemia, pois sua taxa está abaixo do padrão indicado que é de 60 a 100 mg/dL” (Est 11). Algumas sugestões propostas pelos estudantes para o problema foram: “Uma adolescente tem que consumir 1726 Kcal por dia, mas Débora consome 898 Kcal diárias, como ela faz exercício o bom é que consuma um pouco mais até 2000 para que sua reserva de energia



Ricardo é um jogador de futebol de 16 anos de idade, que sempre se destacou na equipe por seu estado físico e por seu ânimo durante as práticas. Ricardo decide mudar sua dieta sem consultar um nutricionista, eliminando os carboidratos e aumentando as proteínas, para evitar o aumento de peso e poder com isso aumentar sua massa muscular. Mas com o tempo Ricardo diminuiu sua capacidade física, não tinha a mesma vontade de jogar e seu estado de ânimo já não era o mesmo. Qual a função tinha dos carboidratos na dieta de Ricardo? O que aconteceu com Ricardo quando eliminou os carboidratos?

Figura 9. Exemplo de uma situação problema apresentada aos EST. **Fonte:** Autoria própria.



Figura 10. Exemplo de uma situação problema apresentada aos EST. **Fonte:** Autoria própria.

glicogênio não se esgote” (Est 9); “comer alimentos ricos em carboidratos” (Est 7) ou “fazer tratamento de sua doença, precisa simplesmente de ingestas periódicas de carboidratos principalmente antes dos treinos” (Est 5).

5. Considerações finais

A oficina temática estruturada pelos três momentos pedagógicos mostrou resultados positivos quanto a aprendizagem significativa dos conceitos químicos relacionados aos carboidratos, tais como: funções orgânicas, classificação e função biológica. Além disso, foi uma estratégia didática que gerou motivação e predisposição para aprender, tanto para os acadêmicos em formação inicial do PIBID, como para os estudantes da Escola. Os acadêmicos tiveram a oportunidade de aprender novas metodologias e a possibilidade de irem para a Escola, mesmo antes de seus estágios curriculares. As metodologias didáticas utilizadas nos três momentos pedagógicos, permitiram a problematização da realidade dos estudantes, contextualização dos conteúdos de química e promoveram a interação de forma ativa entre conhecimento – estudante e o diálogo constante entre estudante – estudante e estudante – professor. Nesse sentido, conclui-se que a elaboração planejada de atividades e organizadas nos três momentos pedagógicos, favoreceu a aprendizagem significativa de conceitos científicos, permitindo que o estudante construa seu conhecimento de forma significativa, articulando os conteúdos químicos com o cotidiano e socializando suas ideias.

6. Referências

- ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, N. M. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, pp. 1 - 9. Florianópolis/SC. 2017.
- ANDRADE, F. M. L de.; MASSABNI, G. V. O. Desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Revista ciências & educação*, v. 17, n. 4, pp. 835 - 854. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>
- AUSUBEL, D. P. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas S. A. México - DF, 1978.
- BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. *Bioquímica*. 5. ed. Koogan S.A. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.
- BITANTE, A. P. et al. Impactos da tecnologia da informação e comunicação na aprendizagem dos alunos em escolas públicas de São Caetano do Sul (SP). *Revista HOLOS*, v. 8, pp. 281 - 302. 2016. <https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554883024.pdf> <https://doi.org/10.15628/holos.2016.2876>
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ministério da Educação e Secretaria de Ensino. Brasília: Brasil. 2002.
- BRASIL. *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Ministério da educação/Secretaria de educação básica. Brasília: Brasil. 2006.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base*. Ministério da educação/Secretaria de educação básica. Brasília: Brasil. 2018.
- CORRÊA, M. L. V. Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. *Revista e-scrita. Nova Iguaçu*, v.1., n.2, pp. 59 - 74. 2010.
- CUNHA, M. B. Jogo no ensino de Química: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Revista Química Nova na Escola*, v. 34, n. 2, pp. 92 - 98. 2012.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. 3. ed. Cortez. São Paulo: Brasil, 2009.

- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. Paz e Terra S. A. São Paulo: Brasil, 1970.
- GAIA, A. M; et al. Aprendizagem de conceitos químicos e desenvolvimento de atitudes cidadãs: o uso de oficinas temáticas para alunos do ensino médio. In: *XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*. Curitiba/PR. 2008.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. *Métodos de Pesquisa*. Editora da UFRGS. Porto Alegre - RS: Brasil, 2009.
- MARCONDES, M. E. R; et al. *Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores*. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. São Paulo: Brasil. 2007.
- MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas Temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. *Revista em Extensão*, v. 7, n. 1, pp. 67 - 77. 2008.
- MERIEU, P. *Aprender... sim, mas como?* 7. ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 1998.
- MONTEIRO, M. S. *Atividade didática. Glossário do centro de alfabetização, leitura e escrita*. 2010.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Revista Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, pp. 191 - 211. 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Revista Ciência & Educação*, v. 12, n. 1, pp. 117 - 128. 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100009>
- MORAES, R; GALIAZZI, M. do C. *Análise textual discursiva*. 3 ed. Unijuí: Brasil, 2016.
- MOREIRA, M. A. *Pesquisa em ensino: Aspectos Metodológicos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. Porto Alegre: Brasil. 2003.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. Pedagógica e Universitária LTDA. São Paulo: Brasil, 2011.
- MOREIRA, M. A.; SALZANO, E.; Colaboradores. *Aprendizagem Significativa, Condições para ocorrências, e lacunas que levam a comprometimentos*. Psico - pedagógica LTDA. São Paulo: Brasil, 2008.
- NELSON, D. L.; COX, M.M. Lenhinger. *Princípios de Bioquímica*. 4. ed. Livros médicos LTDA. Brasil, 2006.
- PASSOS, K; et al. O tema carboidratos através da metodologia de estudos de caso: desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. *Revista Química Nova*, v. 41, pp. 1 - 9. 2018.<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170263>
- PAZINATO, M. S; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina temática composição química dos alimentos: uma possibilidade para o ensino de química. *Revista Química Nova na Escola*, v. 36, n. 4, pp. 289 - 296. 2014.<https://doi.org/10.5935/0104-8899.20140019>
- RODRIGUEZ, P. L. et al. *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva*. Octaedro. Barcelona. 2010.
- SANTOS, L. N; CARDOSO, B. F; SILVA, S. L. Los carboidratos no cotidiano: teoria e prática no ensino da bioquímica para alunos do 9º ano em escolas da região do baixo Tocantins - PA. *Revista Conexão UEPG*, v. 13, n. 3, pp. 530 - 547. 2017. <https://doi.org/10.5212/Rev.Conexao.v.13.i3.0014>
- SANTOS, B. D. D.; FRASSON, C. P. C.; NASCIMENTO, W. J. do. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, pp. 187 - 197. 2018.
- SERRA, F.; VIEIRA, P. S. *Estudos de casos: como redigir, como aplicar*. LTC. Rio de Janeiro: Brasil. 2006
- SILVA, J. R. R. T. da; AMARAL, E. R. do. Concepções sobre substância: relações entre contextos de origem e possíveis atribuições de sentidos. *Revista Nova na Escola*, v. 38, n. 1, pp. 70 - 78. 2016.<https://doi.org/10.5935/0104-8899.20160011>
- SILVA, V. C; et al. Didáticas experimentais como ferramenta de ensino nas aulas de química do ensino médio. *Revista Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, pp. 1 - 16. 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3547> <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3547>
- SOUZA, L. I; ALMEIDA, N. I; RIBEIRO, F. A. B. Museu do açúcar": uma proposta didática de ensino dos carboidratos para o ensino médio. *Revista Scientia Naturalis*, v. 1, n. 2, pp. 249 - 266. 2019.
- SPAT, T. M; et al. Valor nutricional dos alimentos: uma situação de estudo à contextualização e interdisciplinaridade no ensino de ciência. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 12, n.

- 2, pp. 131 - 141. 2017. <http://dx.doi.org/10.14483/jour.gdla.2014.2.a03> <https://doi.org/10.14483/jour.gdla.2014.2.a03>
- VELOSO, R. C. *Carboidratos garantem energia e boa alimentação*. Alimentarium, Saúde e Alimentação. 2009.
- ZÔMPERO, A. F; et al. Atividade investigativa na perspectiva da aprendizagem significativa: uma aplicação no ensino fundamental com a utilização de tabelas nutricionais. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 9, n. 2, pp. 10 - 21. 2014. <http://dx.doi.org/10.14483/jour.gdla.2014.2.a01> <https://doi.org/10.14483/jour.gdla.2014.2.a01>





O BIOMA PAMPA NO PROJETO PEDAGÓGICO DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA NO RIO GRANDE DO SUL

EL BIOMA PAMPA EN EL PROYECTO PEDAGÓGICO DE UN CURSO DE LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN RIO GRANDE DO SUL

THE PAMPA BIOME IN THE PEDAGOGICAL PROJECT OF A DEGREE COURSE IN NATURAL SCIENCES IN RIO GRANDE DO SUL STATE

Maurício Cendón do Nascimento Ávila*  , Márcio da Mota Machado Filho** 

Luiz Guilherme Lucho de Araujo***  , Edward Frederico Castro Pessano**** 

Cómo citar este artículo: Ávila, M.C.N., Machado Filho, M.M., Araujo, L.G.L. y Pessano, E.F.C. (2021). O Bioma Pampa no projeto pedagógico de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza no Rio Grande do Sul.. *Gondola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 636-650. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17689>

Resumo

Os ecossistemas brasileiros são uma importante temática que deve estar presente nos currículos escolares. O currículo é uma das partes integrantes da educação formal, constituindo sua função fundamental na sistematização dos conhecimentos, devendo estar presentes no ensino básico e superior. Entendendo a necessidade de analisar a dinâmica dos currículos que constituem os cursos superiores formadores de professores, o presente estudo dedicou-se a investigar a abordagem do Bioma Pampa, um ecossistema considerado negligenciado, como uma possível estratégia de contextualização e interdisciplinaridade para o Ensino de Ciências no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiana. A pesquisa se caracteriza como um estudo de caso, de cunho qualitativo, estando o processo metodológico baseado na análise documental do Projeto Pedagógico do respectivo curso, através de uma matriz analítica composta por perguntas às quais o documento deve ser capaz de responder. Como principais resultados constatou-se que, apesar de mencionar o Bioma Pampa nos ementários, o documento não fornece referencial teórico e aporte que fundamente as suas menções como temática no contexto em que estão aplicadas. Desta forma, faz-se necessária a atualização do Projeto Pedagógico do Curso e a inclusão do Bioma Pampa como temática de contextualização para o ensino.

Palavras-chave: Estudo de caso. Ensino superior. Universidade. Ambiente. Ciências da natureza.

Recibido: 3 de marzo de 2021; aprobado: 30 de agosto de 2021

* Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Uruguaiana, Brasil. E-mail: mcn.avila@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6241-9697>

** Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Uruguaiana, Brasil. E-mail: marciotm95@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3443-2931>

*** Licenciado em Filosofia. Centro Universitário Internacional (Uninter), Brasil. E-mail: l.guilherme2015@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0395-2029>

**** Doutor em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil. E-mail: edwardpessano@unipampa.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6322-6416>

Abstract

Brazilian ecosystems are a topic that must be present in school curricula. The curriculum is an integral part of formal education, constituting its fundamental function in knowledge systematization, and must be present in basic and higher education. It is essential to analyze the curricula dynamics that constitute the higher education courses for teachers. In consequence, this study investigates an approach of the Pampa Biome, an ecosystem considered neglected, as a possible contextualization and interdisciplinarity strategy for Science Education in the degree course in Natural Sciences at the Federal University of Pampa, Campus Uruguaiana. This is research based on a qualitative case study. The methodology is on the documental analysis of the Pedagogical Project of the respective course, through an analytical matrix composed of questions to which the document must be able to answer. As main results, we found that, despite mentioning the Pampa Biome in the commentaries, the document does not provide a theoretical framework and support that justifies its mentions as thematic in the context in which they are applied. Thus, it is necessary to update the Pedagogical Project and include the Pampa Biome as a contextualization theme for education.

Keywords: Case study. Higher Education. University. Environment. Natural Sciences.

Resumen

Los ecosistemas brasileños son un tema importante, que debe estar presente en los currículos escolares. El currículo es una parte integral de la educación formal, constituyendo su función fundamental en la sistematización del conocimiento lo que exige su presencia en la educación básica y superior. Entendiendo la necesidad de analizar la dinámica de los planes de estudio que conforman los cursos de educación superior para docentes, este estudio se dedicó a investigar el abordaje del Bioma Pampa, un ecosistema considerado descuidado, como posible contextualización y estrategia interdisciplinaria para la Educación Científica en la carrera de Ciencias Naturales de la Universidad Federal de Pampa, Campus Uruguaiana. La investigación se caracteriza por ser un caso de estudio cualitativo, cuyo proceso metodológico se basa en el análisis documental del Proyecto Pedagógico del respectivo curso, a través de una matriz analítica compuesta por preguntas a las que el documento debería dar respuesta. Como principales resultados se encontró que, a pesar de mencionar el Bioma Pampa en los comentarios, el documento no brinda un marco teórico y sustento que justifiquen sus menciones como temáticas en el contexto en el que se aplican. Por ello, es necesario actualizar el Proyecto Pedagógico del Curso e incluir el Bioma Pampa como tema de contextualización para la docencia.

Palabras clave: Estudio de caso. Enseñanza superior. Universidad. Medio ambiente. Ciencias de la naturaleza.

1. Introdução

O Brasil é um dos países com a maior biodiversidade do planeta. De proporções continentais, é mundialmente reconhecido pelas suas extensas

áreas florestais, compostas pela Mata Atlântica e pela Floresta Amazônica. Entretanto, no território brasileiro também se encontra uma diversidade de outros ecossistemas, como os chamados

Campos Sulinos, localizados na região Sul do Brasil, onde ocupam cerca de 7% do território do país (OVERBECK et al., 2015).

Embora configurem formações campestres, os Campos Sulinos fazem parte de dois biomas distintos: o Bioma Mata Atlântica, ao qual é atribuída a vegetação campestre do Planalto Sul, correspondendo à parte norte do Rio Grande do Sul (RS) e os Estados de Santa Catarina (SC) e Paraná (PR), e o Bioma Pampa, formado pelos Campos da metade Sul do RS (OVERBECK et al., 2015).

Oficialmente reconhecido como bioma pelo Governo Federal no ano de 2004 (BRASIL, 2004), o Pampa representa cerca de 2% do território brasileiro e é o único bioma restrito a apenas um estado, correspondendo a 63% da área total do estado do RS (OVERBECK et al., 2015). BOLDRINI et al. (2010) e BENCKE, CHOMENKO e SANT'ANNA (2016) apontam que o Pampa apresenta uma diversidade vegetal significativa que constitui um patrimônio genético considerável em comparação a outros biomas. Essa diversidade biológica é responsável por manter grande parte das atividades econômicas do Estado, como a agricultura e, principalmente, a pecuária, graças às suas extensas áreas de pastagens.

No entanto, a ação humana desmedida e o uso indevido dos recursos do Pampa não resultam apenas em perdas para o ambiente natural e para a economia regional, mas implicam também na perda dos vínculos tradicionais entre o bioma e sua população, uma vez que esta descaracterização coloca em risco, por exemplo, a imagem do gaúcho, um marco identitário dos povos do Bioma Pampa e parte integral da cultura sul-rio-grandense (CHOMENKO, 2006).

Segundo BENCKE, CHOMENKO e SANT'ANNA (2016) e CHOMENKO (2006), a biodiversidade do Pampa e suas características deveriam ser de conhecimento de toda a sociedade e amplamente discutidas nos ambientes escolares, estando o despertar da consciência ambiental para a conservação deste bioma, diretamente ligada à educação e à divulgação científica acerca deste

conhecimento.

Nesse sentido, PINTO (2019) e CASTRO, CARVALHO e PESSANO (2019), ao pesquisarem as percepções sobre o Bioma Pampa de alunos dos anos iniciais e anos finais Ensino Fundamental, respectivamente, no interior do Estado do RS, relatam que esses estudantes apresentam um conhecimento superficial e fragmentado acerca deste ambiente. Em resultados semelhantes, PARIS et al. (2016), ao investigarem estudantes concluintes do Ensino Médio, demonstraram que adolescentes do interior do Estado do RS também possuem percepções superficiais do Bioma Pampa, possível reflexo da ausência ou inadequação das atividades escolares voltadas para o envolvimento dos estudantes com o seu próprio ambiente.

Muitas vezes um bioma ou ecossistema local no qual o ator social está inserido é negligenciado ou estudado superficialmente em relação a outros devido à aspectos de popularização construídos historicamente e à nível mundial, colocando um determinado ambiente como mais importante em detrimento de outro. Para ALMEIDA et al. (2019), em um estudo sobre as atitudes de alunos em relação a seres vivos e ecossistemas, a Amazônia ainda permanece em destaque e em maior grau de popularidade e “pode ser justificado pelo fato de esse ser um ecossistema de grande apelo popular em decorrência da sua elevada riqueza biológica e da prestação de serviços ecossistêmicos” (ALMEIDA et al., 2019, p. 85).

No que diz respeito ao estudo dos ecossistemas e biomas brasileiros, no contexto escolar, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) indicam a necessidade do conhecimento destes ambientes para a compreensão do sujeito em formação visando um desenvolvimento humano em consonância com a preservação dos ecossistemas. Os PCN, no caderno de Ciências Naturais para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, enfatizam a importância de se conhecer a realidade local do estudante colocando a compreensão dos ambientes local e regional como meta permanente de Ciências Naturais (BRASIL, 1998a).

Esse foco no estudo local fica claro na afirmação de que o aluno do ensino básico deverá ser capaz de “Caracterizar ecossistema relevante na região onde vive, descrevendo o clima, o solo, a disponibilidade de água e suas relações com os seres vivos, identificados em diferentes habitats e em diferentes níveis na cadeia alimentar” (BRASIL, 1998a, p. 84).

Além dos PCN, atualmente, percorrem no cenário educacional brasileiro documentos normativos, sendo um deles a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que se consolidou a partir da premissa de promover o ensino de determinados conteúdos comuns a todos os estabelecimentos de ensino do país, enquanto aos Estados coube a construção de referenciais que contemplam a contextualização local, agregando o ensino das diversidades ambientais e culturais de sua região. Entende-se que o currículo é uma das partes integrantes da educação formal, constituindo sua função fundamental na sistematização dos conhecimentos de forma contextualizada e interdisciplinar, devendo estar presentes no ensino básico e superior. Entretanto, de acordo com SAWITZKI et al. (2012, p. 2752), no Brasil os currículos se apresentam “[...] com conhecimentos sistematizados ou saberes técnicos-científicos separados ou classificados em diferentes áreas, caracterizando uma estrutura curricular fragmentada, rígida e inflexível”.

Sendo assim, compreendendo que para o ensino da temática de Ecossistemas e seus demais componentes faz-se necessário o desenvolvimento da interdisciplinaridade e contextualização. Portanto, entende-se a necessidade de analisar a dinâmica dos currículos que constituem os cursos superiores formadores de professores na região do Bioma Pampa, em especial o curso de licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA.

2. A UNIPAMPA e o curso de Ciências da Natureza do Campus Uruguaiana

A UNIPAMPA, construída a partir das reivindicações das comunidades da “Metade Sul” do RS (UNIPAMPA, 2013), se encontra estruturada em dez campi, distribuídos nas regiões que abrangem o Pampa. Dentre os cursos de Graduação ofertados pelo Campus Uruguaiana da UNIPAMPA, está o Curso de Ciências da Natureza - Licenciatura, que foi criado a partir da reivindicação da comunidade regional por cursos de formação de professores, em especial para o ensino de química, física, biologia e matemática.

Trata-se de um curso noturno, de período semestral, composto por nove semestres, que correspondem a uma carga horária total de 3270 horas ao longo de 60 componentes curriculares - disciplinas. Segundo o Projeto Pedagógico do Curso de Ciências da Natureza - Licenciatura (PPCCN), o curso está fundamentado nos seguintes princípios norteadores:

[...] a concepção de sociedade sustentável, da ética e do exercício da cidadania, de educação e de formação de professores, a qual exige um perfil docente com saberes, competências, habilidades e atitudes, capazes de promover e desenvolver a problematização, a contextualização, a inter e transdisciplinaridade do conhecimento, na perspectiva da “não compartimentação do saber”. (UNIPAMPA, 2013, p. 27-28).

Ainda, o curso de CN possui o objetivo de formar professores para o exercício docente nas áreas de ciências da natureza e suas tecnologias no Ensino Médio, com foco nos conhecimentos específicos em química, física e biologia, e ciências naturais no Ensino Fundamental. O perfil do egresso está fundamentado nos pressupostos das Diretrizes orientadoras dos projetos pedagógicos das licenciaturas da UNIPAMPA, e estabelece que o curso de CN deverá formar:

[...] um profissional capaz de criar desafios, problematizar/construir saberes, pautando-se pela ética e pelo respeito às individualidades, interagindo por meio das tecnologias de informação e de comunicação, valorizando as características regionais, as identidades culturais, a educação

ambiental, as pessoas com necessidades especiais, dentre outros elementos que constituem a sociedade e o desenvolvimento do saber. (UNIPAMPA, 2013, p. 30).

De modo a alcançar os pressupostos de uma formação humanística, pautada na contextualização e na interdisciplinaridade, a matriz curricular do Curso de CN estruturou-se a partir de quatro eixos temáticos: 1) Universo e vida; 2) Matéria, diversidade e vida; 3) Ser humano e saúde; 4) Ciências, tecnologia e sociedade. A partir dos quais, a proposta contempla o desenvolvimento de conhecimentos técnico-científicos como dimensões pedagógicas, humanísticas e socioambientais, estabelecidas de forma transversal, perpassando todo o currículo e se articulando com os conhecimentos específicos, as práticas pedagógicas, os estágios supervisionados e as demais atividades do curso (UNIPAMPA, 2013).

Desta forma, o curso de CN – Licenciatura e seu currículo se apresentam numa estrutura organizada para permitir a integração das três áreas das ciências naturais, química, física e biologia, por meio dos componentes curriculares - ou disciplinas - articulados nos eixos temáticos, buscando promover o processo de aprendizagem através da interdisciplinaridade e da contextualização no Ensino de Ciências. Soma-se a isso, o fato de o Campus Uruguaiana estar situado no Bioma Pampa, sendo um potencializador do processo interdisciplinar e para a contextualização da temática.

3. Metodologia de pesquisa

A presente pesquisa visa investigar a abordagem da temática Bioma Pampa no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguaiana, no intuito de averiguar a percepção e abordagem, ou não, deste bioma como uma possível estratégia de contextualização para o Ensino de Ciências.

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, utilizando de técnicas de pesquisa exploratória, à qual, segundo GIL (2019), promove a interpretação

das diferentes possibilidades observadas no objeto de pesquisa, criando subsídios mais consolidados para estudos posteriores. Além disso, a pesquisa é delineada por um estudo de caso, considerado por YIN (2015) como uma possibilidade na busca da construção de hipóteses ou conclusões sobre a relação entre um produto ou assunto contemporâneo e o seu contexto real.

Segundo ROJAS (2015), para que o estudo de caso ocorra de maneira eficiente, a investigação deve ser desenvolvida buscando aprender e explorar o caso específico, sem a preocupação de solucionar um possível problema geral do estudo, onde o detimento para este fim se dará a partir de estudos posteriores que utilizarão das generalizações obtidas de diferentes estudos de casos.

O processo metodológico realizou a análise documental do PPC de Licenciatura em Ciências da Natureza da UNIPAMPA, Campus Uruguaiana/RS. Segundo PIMENTEL (2001), estudos que se baseiam em documentos como fonte primordial buscam extrair destes toda a análise para organizá-los e interpretá-los de acordo com os objetivos da investigação proposta.

Para a realização da análise documental, construiu-se uma matriz analítica adaptada de VIÇOSA et al. (2017), conforme ilustrado no Quadro 1. A construção desta matriz se baseia em questões orientadoras consideradas primordiais para a análise do documento, levando-se em consideração a temática da investigação proposta.

Quadro 1. Matriz analítica elaborada a partir de questões norteadoras para a análise do PPCCN.

Qual o ano de construção/atualização do Projeto Pedagógico do Curso?
O estudo dos biomas está previsto no documento?
O documento aborda como deve ser trabalhado o ensino de biomas e ecossistemas?
O Bioma Pampa é contemplado pelo documento?
O documento aborda a temática Bioma Pampa como referência para a contextualização no ensino?

Paralelo à matriz analítica, foi realizada uma busca no documento por meio de descritores. Os termos selecionados foram: Ecossistema, Bioma e Bioma

Pampa. A escolha dos termos se deu em virtude de suas relações com a temática da pesquisa. Cada termo foi pesquisado de forma individual ao longo do documento, por meio de recurso de localização, buscando-se saber o número de citações no documento, as unidades e páginas em que as citações se encontram e o contexto de cada citação.

Desta forma, foram elaboradas tabelas para auxiliar na fundamentação e discussão da matriz analítica, pois, segundo MINAYO (2000), não há oposição entre o conjunto de dados quantitativos e qualitativos, uma vez que eles se complementam interagindo dinamicamente.

4. Resultados e discussão

A partir da leitura detalhada do PPCCN, buscou-se responder às questões propostas na matriz analítica de forma crítica e reflexiva. O foco principal foi verificar se o documento normativo para o curso de ensino superior contempla a temática do Bioma Pampa, uma vez que consideramos este bioma como uma valiosa estratégia didática para a contextualização e a interdisciplinaridade no Ensino de Ciências, dada a inserção da UNIPAMPA dentro de seu território. Desta forma, apresenta-se no Quadro 2 o resultado da análise conforme segue.

Quadro 2. Resultado da análise do PPCCN conforme matriz analítica

Qual o ano de construção/ atualização do Projeto Pedagógico do Curso?	O PPC foi elaborado em julho de 2013 e ainda se encontra vigente, sendo o primeiro desde sua criação. De acordo com a coordenação do curso, este se encontra atualmente em processo de atualização.
O estudo dos biomas e ecossistemas está previsto no documento?	O PPC não menciona o estudo dos biomas de forma explícita ou nesses termos. No entanto, o estudo dos ecossistemas é mencionado nos objetivos do componente curricular de Ecossistemas da Terra onde apontam que deverão ser desenvolvidas noções sobre ecossistemas e a construção de conhecimentos acerca das condições atuais dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Embora sem ênfase, os biomas brasileiros estão incluídos nesse contexto de forma implícita.
O documento aborda como deve ser trabalhado o ensino de biomas e ecossistemas?	Consta nos objetivos do componente curricular de Ecossistemas da Terra que os conhecimentos sobre os ecossistemas devem ser trabalhados a partir da identificação das relações estabelecidas entre os seres vivos e os fatores físicos e químicos dos ecossistemas, no contexto do Bioma Pampa, porém, o documento não aborda de forma clara como essa questão deve ser trabalhada.
O Bioma Pampa é contemplado pelo documento?	O Bioma Pampa aparece nas ementas de dois componentes curriculares obrigatórios: Ecossistemas da Terra e Diversidade da Vida I. Porém, as menções ocorrem de forma breve, superficial e descontextualizada. Além disso, o bioma não é citado em nenhuma das demais unidades que compõem o documento, de forma que a temática não é abordada de modo satisfatório.
O documento aborda a temática Bioma Pampa como referência para a contextualização no ensino?	Em ambas as disciplinas em que o Pampa é citado, o bioma é tratado como um contextualizador para a construção dos conhecimentos acerca das relações ecológicas entre ecossistemas e organismo vivos, bem como de seus aspectos morfológicos/evolutivos, de forma que há, mesmo que superficialmente, a aplicação do Pampa como estratégia de contextualização do Ensino de Ciências, em especial no ensino de ecossistemas e diversidade animal. No entanto, as ementas não contextualizam o bioma em relação às disciplinas e nem especificam de que modo essas relações devem ocorrer. Da mesma forma, não são sugeridas referências bibliográficas básicas ou complementares sobre a temática do Pampa nos ementários, não havendo suporte teórico para a sua aplicação.

Fonte: elaborado pelos autores.

A partir do diagnóstico realizado, buscou-se analisar cada item da matriz alicerçando-se em autores e documento que fomentem a discussão acerca da importância dessa temática para o Ensino de Ciências. Ao longo da discussão, também serão apresentados os dados quantitativos correspondentes à busca pelos termos Meio Ambiente, Ecossistema, Bioma e Bioma Pampa e seus contextos dentro do documento.

Referente à sua organização, o PPCCN está estruturado em Apresentação, contando com uma breve contextualização do documento, e mais seis unidades, cada qual com suas respectivas subunidades, sendo elas: 1 - Contexto Institucional da UNIPAMPA; 2 - Organização Didático-Pedagógica do curso Ciências da Natureza – Licenciatura; 3 - Recursos; 4 - Avaliação; 5 - Referências e 6 - Apêndices e Anexos. Todas essas informações estão contidas em um total de 210 páginas.

No que diz respeito ao primeiro aspecto analisado, “Qual o ano de construção/atualização do Projeto Pedagógico do Curso?”, é possível observar a desatualização do PPCCN em relação à aplicação de importantes documentos da área da Educação como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Referencial Curricular Gaúcho (RCG) e as recentes atualizações no Plano Nacional de Educação (PNE) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei nº 9.394/96 (LDB). No entanto, é importante ressaltar que o PPCCN foi elaborado no ano de 2013, anteriormente à publicação dos documentos citados. Segundo informações obtidas junto à Coordenação do Curso, o PPCCN

já se encontra em processo de atualização e questões como o estudo e a aplicação da BNCC e a RCG já são discutidas em sala de aula junto aos graduandos durante os componentes curriculares desde a concepção destes documentos.

Ao analisar-se o segundo aspecto da matriz, “O estudo dos biomas e ecossistemas está previsto no documento?”, constatou-se que o documento não menciona o estudo dos biomas, em especial os biomas brasileiros, nesses termos específicos. Quando realizada uma busca pelo descriptor Bioma de forma isolada, por meio do recurso de localização, nenhum resultado foi encontrado. Em contrapartida à essa ausência, quando pesquisado o termo Ecossistema, foram encontradas 10 citações ao longo do PPCCN, estando elas distribuídas ao longo das unidades 2 Organização didático-pedagógica, 3 Recursos e 6 Apêndices e Anexos, como pode ser visualizado na Tabela 1.

Do total das 10 citações do termo Ecossistema, seis delas como o nome do componente curricular Ecossistemas da Terra, estando as demais menções relacionadas à mesma disciplina, aparecendo ao longo da ementa, objetivos e bibliografias sugeridas. A disciplina de Ecossistemas da Terra está localizada no eixo temático Matéria, Diversidade e Vida, possui carga horária de 60 horas e é ofertada no terceiro semestre do curso de CN. É também apontada pelo PPCCN como uma disciplina articuladora para o componente curricular de Práticas Pedagógicas II, junto dos componentes “Experimentação II”, “Metodologia da pesquisa”, “Leitura e Produção Textual” e “Teorias da Educação” (UNIPAMPA, 2013).

Tabela 1. Número de citações de cada termo investigado e as unidades em que as citações ocorrem ao longo do PPCCN.

Unidades do PPC	Termos Investigados/Número de Citações		
	Ecosistema	Bioma	Bioma Pampa
Apresentação	-	-	-
1 Contexto Institucional da UNIPAMPA	-	-	-
2 Organização didático-pedagógica do curso	2 citações	-	-
3 Recursos	1 citação	-	-
4 Avaliação	-	-	-
5 Referências	-	-	-
6 Apêndices e Anexos	7 citações	-	2 citações
TOTAL	10 citações	0 citações	2 citações

Segundo a ementa de Ecossistemas da Terra, a disciplina aborda noções de e sobre ecossistemas, sucessão ecológica, relações ecológicas e ecologia humana. Quanto aos objetivos, o componente curricular traz o seguinte:

Propiciar práticas para a (re) construção de conhecimentos a cerca da atual condição dos ecossistemas aquáticos e terrestres, a partir da identificação das relações estabelecidas entre os seres vivos e os fatores físicos e químicos, no contexto do Bioma Pampa, a fim de oportunizar condições para que os aprendentes interpretem e se posicionem sobre a atual condição socioambiental dos ecossistemas. (UNIPAMPA, 2013, p. 141).

É possível perceber o enfoque da disciplina no estudo da Ecologia, de acordo com sua ementa. Segundo os PCN (BRASIL, 1998a), a Ecologia é o principal referencial teórico para os estudos ambientais e, numa definição mais ampla, estuda as relações de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos de um determinado local. Essas relações resultam em um sistema aberto denominado de ecossistema.

Percebe-se também que o componente curricular não faz qualquer menção ao estudo específico dos biomas ou ecossistemas brasileiros, sendo muito mais generalista em suas colocações, apesar de citar em seus objetivos o Bioma Pampa como contextualização para o estudo das relações ecológicas.

Um bioma pode ser entendido como um ecossistema de grandes proporções territoriais. Segundo o tema transversal Meio Ambiente dos PCN, os biomas Pantanal e Cerrado são descritos como ecossistemas conforme a afirmação: “o Brasil ainda possui inúmeros recursos naturais de fundamental importância para todo o planeta: desde ecossistemas como as florestas tropicais, o pantanal, o cerrado, os mangues e restingas, até uma grande parte da água doce disponível para o consumo humano” (BRASIL, 1998b, p. 175).

Desta forma, pode-se dizer que os biomas estão incluídos no contexto da disciplina de Ecossistemas da Terra, através do estudo dos ecossistemas, mesmo que de forma implícita e

sem ênfase em suas especificidades. Ainda assim, é relevante ressaltar que a BNCC (BRASIL, 2017) destaca a importância do estudo dos ecossistemas brasileiros para a conscientização dos educandos e a preservação destes ambientes, de modo que tais especificidades poderiam constar na versão atualizada do PPCCN de forma mais clara, como evidenciado nos seguintes recortes:

Espera-se também que os alunos possam reconhecer a importância, por exemplo, da água, em seus diferentes estados, para a agricultura, o clima, a conservação do solo, a geração de energia elétrica, a qualidade do ar atmosférico e o equilíbrio dos ecossistemas (BRASIL, 2017, p. 325)

De forma similar, a compreensão do que seja sustentabilidade pressupõe que os alunos, além de entenderem a importância da biodiversidade para a manutenção dos ecossistemas e do equilíbrio dinâmico socioambiental, sejam capazes de avaliar hábitos de consumo que envolvam recursos naturais e artificiais e identifiquem relações dos processos atmosféricos, geológicos, celestes e sociais com as condições necessárias para a manutenção da vida no planeta (BRASIL, 2017, p. 329)

No tocante ao terceiro aspecto da análise, “O documento aborda como deve ser trabalhado o ensino de biomas e ecossistemas?”, quando observada novamente a disciplina de Ecossistemas da Terra, seus objetivos abordam o incentivo à prática para a construção de conhecimentos sobre a atual condição dos ecossistemas, através do estudo das relações entre os fatores bióticos e abióticos, de modo que os acadêmicos sejam capazes de se posicionar sobre a situação socioambiental atual destes ambientes.

A ementa do componente curricular não especifica de que maneira deve se dar esta construção em termos de metodologia. Tal nível de detalhamento fica a cargo do Plano de Ensino (PE) a ser elaborado pelo docente responsável pela disciplina. O PE normalmente corresponde à ementa do componente curricular, objetivo geral e específicos, a metodologia, detalhamento da avaliação do processo de ensino-aprendizagem, o cronograma das atividades e as bibliografias básica e complementar.

Embora o PPCCN não apresente diretrizes específicas para a elaboração de um PE que contemple os objetivos da disciplina de Ecossistemas da Terra, a subunidade 2.1.3 “Perfil do egresso” descreve 18 competências e habilidades que deverão ter desenvolvido os egressos do curso de CN. Dentre elas, algumas em especial se relacionam de forma direta com o componente em questão e seus objetivos como:

[...]d) observar criticamente propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, a diversidade sociocultural e a recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade; e) compreender, construir e aplicar conhecimentos técnico-científicos no contexto de fenômenos naturais, sociais, histórico-geográficos e da tecnologia; [...] l) interpretar teorias, modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos físico, químico ou biológicos; [...] p) associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros; [...] r) avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente. (UNIPAMPA, 2013, pp. 30 e 31).

Essas e as demais competências e habilidades devem perpassar as disciplinas do curso de CN em seus objetivos e atividades de ensino no que se refere ao saber, saber fazer e ser (UNIPAMPA, 2013). É importante que essas competências e habilidades sejam observadas e levadas em consideração durante a elaboração do PE para qualquer componente curricular do curso de licenciatura em CN.

Conforme descrito no aspecto anterior da análise, o componente Ecossistemas da Terra, no que diz respeito ao estudo dos ecossistemas, está pautado nos princípios da Ecologia, o que vai de acordo com o que é preconizado pelos PCN. Este ponto é expresso pelos seus objetivos no sentido do entendimento dos ecossistemas a partir dos estudos das relações ecológicas da relação dinâmica de interação entre os seres vivos e não vivos de dado ambiente.

Para a fundamentação destes estudos, a ementa do componente disponibiliza em suas referências básicas dois títulos, de um total três, voltados especificamente à temática Ecologia, sendo eles: A Economia da Natureza de Robert Ricklefs; e Fundamentos de Ecologia, de Eugene Odum e Gary Barrett. Em suas referências complementares, são citados dois títulos, dentre quatro, que também contemplam a temática e são: Fundamentos de ecologia, de Colin Townsend, Michael Begon e John Harper; e Ecologia: de indivíduos a ecossistemas, dos mesmos autores. Desta forma, a temática Ecologia se faz bem fundamentada, alicerçada em teóricos da área e com fontes diversas sobre o tema.

Ainda sobre a disciplina de Ecossistemas da Terra, chamou a atenção durante a leitura e a análise do documento a menção ao Bioma Pampa em seus objetivos. Aqui, o bioma da metade sul do estado do Rio Grande do Sul é abordado como meio de contextualização para o estudo dos ecossistemas e suas relações ecológicas. Essa menção leva ao próximo aspecto da análise documental, “O Bioma Pampa é contemplado pelo documento?”.

Em contraste com as citações para Ecossistema, quando pesquisado o termo Bioma Pampa no corpo do documento, foram obtidos apenas dois resultados (Tabela 1). Ambas as citações ao bioma estão relacionadas aos componentes curriculares de biologia do curso de CN, Ecossistemas da Terra e Diversidade de Vida I, e ambas as menções se assemelham na forma como o bioma é abordado. Visto que existem poucas citações ao Bioma Pampa ao longo do PPCCN, pode-se afirmar de que a temática se faz presente no documento. No entanto, é preciso destacar que ambas as menções se dão de forma superficial e sem qualquer contextualização, uma vez que o Pampa não é citado em nenhuma outra disciplina ou unidade do PPCCN. Estando a UNIPAMPA, bem como o Campus Uruguaiana, localizada na mesorregião Metade do Sul do Rio Grande do Sul, que corresponde ao território do Bioma Pampa, esperava-se que um documento como o

PPCCN localizasse a universidade e o campus no contexto do bioma e levantasse a importância deste ecossistema para a região, tanto na questão socioambiental, como econômica e cultural para as populações que nele habitam.

O Pampa é um ecossistema recentemente reconhecido como bioma no ano de 2004 pelo governo brasileiro (BRASIL, 2004), estando antes vinculado aos Campos Sulinos como parte da Mata Atlântica. Essa distinção permitiu a inserção formal do Pampa na agenda ambiental nacional contribuindo para a tomada de ações voltadas à conservação do patrimônio natural e cultural desse ambiente campestre único (BENCKE, CHOMENKO, SANT'ANNA, 2016).

Alguns aspectos são levantados brevemente pelo PPCCN na subunidade “1.3 Região de inserção da UNIPAMPA” e subunidade “1.4 Contexto de inserção do Campus Uruguaiana”, caracterizando a principal atividade economia da região do Município de Uruguaiana/RS como agropecuária, com extensa lavoura de arroz e bovinocultura corte, mas não há nessas sessões menções ao Pampa ou aos impactos dessas atividades para o bioma e suas implicações para a economia, a sociedade, o ambiente e a cultura.

Além disso, os PCN indicam a necessidade de se explorar no âmbito educacional os ecossistemas locais para promover uma melhor compreensão durante a construção dos conhecimentos por parte

dos sujeitos (BRASIL, 1998b). Da mesma forma que as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (DCN) destacam que:

O planejamento dos currículos deve, obviamente, considerar as fases, as etapas, as modalidades e os níveis dos cursos, e as idades e a diversidade sociocultural dos estudantes, bem como suas comunidades de vida, dos biomas e dos territórios em que se situam as instituições educacionais.

(BRASIL, 2013, p. 531).

PESSANO et al. (2015) reforçam que a exploração dos conhecimentos locais é significativa para a compreensão dos temas ambientais, de modo que possibilita a identificação e o envolvimento dos educandos com seu meio, propiciando o reconhecimento e a valorização de sua e das demais regiões do país. Este envolvimento permite o posicionamento crítico e a busca por soluções frente a possíveis problemas.

Desta forma, a abordagem da temática Bioma Pampa não ocorre de forma satisfatória na visão desta pesquisa, podendo e devendo a sua inserção ser mais bem discutida durante o processo de atualização do documento, tendo em vista a relevância do bioma para a região e sua potencialidade para a contextualização no Ensino de Ciências.

Por fim, no último aspecto da análise, “O documento aborda a temática Bioma Pampa como referência para a contextualização no ensino?”,

Quadro 3. Quadro comparativo ilustrando as citações ao Bioma Pampa nos componentes curriculares de Ecossistemas da Terra e Diversidade de Vida I.

Citação/ Contexto	Termo Bioma Pampa/Componentes Curriculares	
	Ecossistemas da Terra	Diversidade de Vida I
	Objetivos: Propiciar práticas para a (re)construção de conhecimentos acerca da atual condição dos ecossistemas aquáticos e terrestres, a partir da identificação das relações estabelecidas entre os seres vivos e os fatores físicos e químicos, no contexto do bioma pampa, a fim de oportunizar condições para que os aprendentes interpretem e se posicionem sobre a atual condição socioambiental dos ecossistemas. (UNIPAMPA, 2013, p. 141)	Ementa: Razões para o estudo da classificação dos seres vivos. Bioma Pampa: um contexto para o estudo da morfologia externa, aspectos da morfologia interna, maneira de vida e sistemática dos invertebrados. (UNIPAMPA, 2013, p. 148)

Fonte: elaborado pelos autores.

buscou-se investigar se há no PPCCN alguma indicação do Bioma Pampa como uma possível estratégia para a contextualização no ensino. Nesse quesito, analisou-se as duas citações ao termo Bioma Pampa correspondentes às disciplinas de Ecossistemas da Terra e Diversidade de Vida I, conforme ilustrado pelo Quadro 3

Ao se observar as citações, é possível perceber que ambas as disciplinas citam o Bioma Pampa como um tema para contextualização. Porém, não é possível inferir a sua utilização na contextualização em sala de aula. No que diz respeito à análise, pode-se afirmar que há no PCCCN a visão do Pampa como estratégia de contextualização para aspectos específicos da Ecologia e Morfologia de animais invertebrados, mas não para o contexto geral do Ensino de Ciências. O fato de apenas duas disciplinas invocarem o Pampa em um universo de 60 componentes curriculares no curso de CN indica um não consenso por parte do documento e seus idealizadores a respeito dessa abordagem. A contextualização como ferramenta pedagógica no Ensino de Ciências é amplamente recomendada pelos PCN (BRASIL, 1998a) para todos os níveis da educação básica, pelas DCN (BRASIL, 2013) e mais recentemente pela BNCC (BRASIL, 2017) e o RCG (RIO GRANDE DO SUL, 2018). Sobre a contextualização os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em suas bases legais, (PCNEM) discorrem que:

Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. [...] O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. (BRASIL, 2000, p. 78)

Para KATO e KAWASAKI (2011), ao se contextualizar os conteúdos escolares na perspectiva do cotidiano,

surge a necessidade de contextualizá-los também no conjunto das disciplinas escolares, pois apenas na perspectiva das disciplinas escolares é que se completará o processo relacional entre aquilo que é aprendido com o que é vivenciado no cotidiano. De modo que a contextualização e a interdisciplinaridade se relacionam e essa relação intrínseca é uma ferramenta necessária para se atingir a aprendizagem significativa (SCHONS et al. 2017).

Pesquisas recentes como a realizada por PESSANO et al. (2015), revelam que estudantes concluintes do Ensino Fundamental no Município de Uruguaiana desconhecem os ambientes naturais de sua própria cidade, como o Rio Uruguay, por exemplo. Outros autores como PINTO (2019), ao investigar as percepções de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental dos municípios de Uruguaiana e Jaguari, e CASTRO, CARVALHO e PESSANO (2019), ao investigarem as percepções de estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental do município de Uruguaiana, demonstram que estes alunos apresentam percepções inadequadas e fragmentado a respeito do Bioma Pampa, apesar do que preconizam os documentos oficiais a respeito do estudo dos ecossistemas locais e do fato de estes municípios estarem localizados dentro do território do bioma.

Nesse sentido, o PPCCN afirma e reforça que as licenciaturas da UNIPAMPA são idealizadas e organizadas com base nos pressupostos da interdisciplinaridade, buscando a descentralização da transmissão dos conteúdos em prol da construção dos saberes a partir contextualização da realidade social da instituição e seus acadêmicos (UNIPAMPA, 2013). Isso se reflete na construção do currículo do curso de CN, organizado através de eixos temáticos que possibilitam a articulação entre as diferentes disciplinas e permitindo a transdisciplinaridade e a interdisciplinaridade no currículo.

No entanto, é importante salientar que, apesar de ressaltar a importância da contextualização local para o ensino, o PPCCN não contextualiza o bioma

natural no qual a Instituição Superior de Ensino – ISE se localiza. Não há, nas sessões iniciais que visam a apresentação da UNIPAMPA e da proposta do curso, qualquer menção ao Bioma Pampa, sua história e sua importância natural, econômica, social e cultural para a região da Metade Sul do Estado do RS. Fatores esses que o curso e a própria Instituição demonstram, a nível de documentação, não levar em consideração, sendo necessária uma revisão por parte das comissões responsáveis pela elaboração do PPC do curso e da própria Instituição.

SANTANA et al. (2016), consideram que o desenvolvimento de atividades em ambientes naturais atrai e motiva os estudantes ao romper com a uniformidade das salas de aula. Essa ruptura promove múltiplas relações entre as áreas de conhecimento visto que a natureza é genuinamente interdisciplinar. E ao levar-se em consideração essas afirmações, percebe-se que o Bioma Pampa, enquanto ambiente natural, constitui um espaço de educação não formal que permite ações educativas que auxiliem na construção do conhecimento científico. Suas dinâmicas e relações ecológicas possuem potencial para agir na interrelação dos

conteúdos de Química, Física e Biologia de forma interdisciplinar. Toda essa potencialidade parece ser negligenciada pela maioria dos componentes curriculares quando levado em consideração apenas a análise do PPCCN.

SCHONS et al. (2017, p. 21) afirmam que "na busca da contextualização no processo de ensino-aprendizagem, deve-se ter clareza quanto aos significados que regem essa dinâmica". Para os autores, é possível generalizar a contextualização como um dos recursos para alcançar a aprendizagem significativa através da associação das experiências do cotidiano com os conceitos científicos, mas é preciso ter cuidado para que a contextualização não se reduza a mera exemplificação ou sistematização dos conhecimentos prévios, perdendo o seu sentido. Ao mencionar o Bioma Pampa como contexto para o estudo dos ecossistemas e dos aspectos morfofisiológicos e evolutivos dos invertebrados, procurou-se nos ementários das disciplinas por referenciais teóricos que servissem como alicerce para que os profissionais docentes pudessem embasar a aplicação do Pampa na elaboração dos PEs para os componentes curriculares. Os

Quadro 4. Quadro comparativo ilustrando os referenciais teóricos adotados pelos componentes curriculares de Ecossistemas da Terra e Diversidade de Vida I evidenciando a ausência de fundamentação a respeito do Bioma Pampa.

	Componentes Curriculares	
	Ecossistemas da Terra	Diversidade de Vida I
Referencial Básico	PORTO-GONÇALVES, C. W. Os (Des) caminhos do Meio Ambiente, 2006. RICKLEFS, R. E. A Economia da Natureza, 2009. ODUM, E.P. E BARRETT, G.W. Fundamentos de Ecologia, 2008.	BARNES, R.D. Zoologia de invertebrados, 1984. BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. Invertebrados, 2007. RIBEIRO-COSTA, C.S. & ROCHA, R..M. Invertebrados - Manual de Aulas Práticas, 2006.
Referencial Complementar	TOWNSEND, C. R., BEGON, M., Harper, J. L. Fundamentos de ecologia, 2010. TOWNSEND, C. R., BEGON, M., Harper, J. L. Ecología: de individuos a ecosistemas, 2007. ODUM H.T., ODUM, E.C. The Prosperous Way Down: Principles and Policies, 2001. PORTO-Gonçalves. C. W. O desafio Ambiental, 2004.	BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. Invertebrados, 2007. RUPPERT, E.E., FOX, R.S. & BARNES, R.D. Zoología de los Invertebrados, 2005.

Fonte: elaborado pelos autores.

referenciais encontrados seguem conforme ilustrado no Quadro 4.

Constatou-se que não há em nenhuma das disciplinas qualquer referencial teórico voltado especificamente para o Bioma Pampa, de forma que as ementas não contextualizam o bioma ou oferecem qualquer aporte teórico que fundamente as suas menções como temática no contexto em que estão aplicadas. Assim sendo, as ementas não fornecem ao docente o aporte teórico necessário para compreender o bioma e seu funcionamento e, desta forma, incorporá-lo com propriedade nas estratégias pedagógicas durante o planejamento do PE.

Considerando-se todos os pontos aqui levantados e discutidos, é possível inferir que, embora presente, a temática do Bioma Pampa, bem como a sua aplicação enquanto temática para a contextualização no Ensino de Ciências, em especial para as disciplinas de biologia, o processo pode não estar ocorrendo de forma satisfatória, onde possivelmente a inserção da temática pode estar ocorrendo de modo superficial e fragmentado, não havendo ainda no documento qualquer contextualização ou aporte teórico no que se refere ao tema aqui exposto.

5. Considerações finais

De um modo geral e superficial, a temática do Bioma Pampa se faz presente no PPCCN. Contudo, a sua menção não ocorre de maneira satisfatória, encontrando-se fragmentada e descontextualizada, tanto no tocante às disciplinas onde ocorre, quanto em relação à UNIPAMPA. É preciso levar em conta a inserção da Universidade dentro dos limites do território do bioma, bem como no comprometimento da instituição para com desenvolvimento técnico, científico, econômico e socioambiental da regional, pautada nos preceitos da sustentabilidade.

Faz-se relevante destacar a importância da revisão e da inclusão de todos os aspectos aqui levantados na atualização do PPCCN, principalmente quando

levado em conta a importância do Bioma Pampa, não só para a região, mas para todo o país e o mundo, posto as suas riquezas naturais, relevância cultural e, principalmente, suas fragilidades frente às ações humanas. Sobretudo em um momento tão crítico para as políticas ambientais nacionais, de ataque à ciência e às entidades voltadas para a preservação dos patrimônios naturais em nosso país.

O presente estudo proporciona dados importantes que destacam o que deve ser revisado e incluído sobre a temática central, visando a formação de futuros professores de CN da UNIPAMPA, Campus Uruguaiana, considerando a conjuntura atual que o Brasil se encontra, onde ocorreram implementações de documentos normativos que devem servir de referência para o ensino de determinados conteúdos na educação básica, como a Base Nacional Comum Curricular e o Referencial Curricular Gaúcho.

Estes dados reforçam a problemática do bioma e o seu status negligenciado nas instâncias do ensino básico e superior e a justificativa de que cabe à universidade se apropriar desta temática para trabalhar essas questões junto aos futuros docentes e à formação continuada dos professores atuantes da rede básica. Suprindo assim as lacunas existentes no conhecimento destes profissionais e promovendo a aproximação dos educandos com a temática ambiental e o despertar da consciência para a sua preservação.

Além disso, o presente trabalho pode vir a contribuir com estudos posteriores relativos a análise de documentos educacionais, apontando a necessidade da qualificação docente para o ensino de biomas, bem como a necessidade de reformulação de projetos políticos de cursos de licenciatura, no intuito de estimular a importante e necessária estratégia de contextualizar, promovendo o reconhecimento e pertencimento regional tanto de futuros professores(as), quantos de estudantes da educação básica.

6. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pelo auxílio financeiro e fomento à pesquisa na forma de Bolsa CAPES - DS.

7. Referências

- ALMEIDA, D.F.; et al. Atitudes de alunos em relação a seres vivos e ecossistemas. **Góndola, Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias**, Bogotá, v.14, n.1, pp.80-87, 2019.
- BENCKE, G.A.; CHOMENKO, L; SANT'ANNA, D.M. O que é o Pampa? In: CHOMENKO, L.; BENCKE, G.A. (Org.). **Nosso Pampa desconhecido**. Fundação Zoológica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Brasil, 2016. pp.17-43.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: Brasil, 2013, p.546.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Brasil, 2000, p.109.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental. Brasília: Brasil, 1998a, p.138.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Tema Transversal Meio Ambiente. Brasília: Brasil, 1998b, p.167-242.
- BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Brasil, 2017, p.472.
- CASTRO, L.R.B.; CARVALHO, A.V.; PESSANO, E.F.C. Percepções de alunos do ensino fundamental sobre o Bioma Pampa, no oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Exitus**, v.9, n.4, pp.290-318, 2019.
- CHOMENKO, L. O pampa no atual modelo de desenvolvimento econômico. **Revista do Instituto Humanistas Unisinos On-line**, São Leopoldo, n.190, pp.22-30, 2006. Disponível em: <<http://www.ihuonline.com.br>>. unisinos.br/edicao/190>. Acesso em: 10-06-2019.
- GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7 ed. Atlas. São Paulo: Brasil, 2019. p.248.
- KATO, D.S.; KAWASAKI, C.S. As concepções de Contextualização do Ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.17, n.1, pp.35-50, 2011.
- MINAYO, M.C.S. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Vozes. Petrópolis: Brasil, 2000. p.96.
- OVERBECK, G.E.; et al. Fisionomia dos Campos. In: PILLAR, V.P.; LANGE, O. (Org.). **Os campos do Sul**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Brasil, 2015. pp.33-41.
- PARIS, A.M.V.; et al. O que os jovens gaúchos que residem na Mata Atlântica pensam sobre o Pampa?. **Perspectiva**, Erechim, v.40, n.152, pp.111-123, 2016.
- PESSANO, E.F.C.; et al. O Rio Uruguai Como Tema Para a Educação Ambiental no Ensino Fundamental. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, v.30, n.96, pp.29-63, 2015.
- PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.114, pp.179-195, 2001.
- PINTO, L.F. O Bioma Pampa nos anos iniciais do ensino fundamental: abordagens e percepções. 125 p. Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.
- ROJAS, J.E.P. Investigación con estudio de casos. Autor: Robert E. Stake. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v.10, n.2, pp.99-104, 2015.
- SANTANA, R.C.M.; et al. O uso de tecnologias móveis no Ensino de Ciências: uma experiência sobre o estudo dos ecossistemas costeiros da Mata Atlântica sul capixaba. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v.11, n.4, pp.2234-2244, 2016.
- SAWITZKI, M.C.; et al. Terrório: um recurso à investigação, interdisciplinaridade e aprendizagem significativa. In: LEITE, C.; ZABALZA, M. (Org.) **Ensino Superior: Inovação e qualidade**. Centro de Investigação e Intervenção Educativas, Porto: Portugal, pp.2751-2760, 2012.
- SCHONS, E.F.; et al. A contextualização como ferramenta no Ensino de Ciências. In: PESSANO, E. F. C.; et al.

(Org.). **Contribuições para o Ensino de Ciências:** alfabetização científica, aprendizagem significativa, contextualização e interdisciplinaridade. 1 ed. EdUNIPAMPA, Bagé: Brasil, pp.18-33, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento Pedagógico. Referencial Curriculares Gaúcho. Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<http://curriculo.educacao.rs.gov.br/>> Acesso em: 10, jan., 2019.

UNIPAMPA. Universidade Federal do Pampa. Projeto pedagógico do curso de Ciências da Natureza – Licenciatura. Uruguaiana, 2013, p.210.

VIÇOSA, C.S.C.L.; et al. Diagnóstico no Projeto Político Pedagógico sobre a transversalidade e interdisciplinaridade no ensino fundamental. **Ciências & Ideias**, v.8, n.3, pp.01-19, 2017.

YIN, R.K. **Estudo de Caso:** Planejamento e Métodos. 5. ed. Bookman. Porto Alegre: Brasil, 2015, p.320.





ABORDAGENS DE SAÚDE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: INVESTIGANDO AS INFECÇÕES SEXUALMENTE TRANSMISSÍVEIS

HEALTH APPROACHES IN SCIENCE SCHOOL BOOKS: INVESTIGATING SEXUALLY TRANSMITTED INFECTIONS

ENFOQUES DE SALUD EN LOS LIBROS ESCOLARES DE CIENCIAS: INVESTIGANADO LAS INFECCIONES DE TRANSMISIÓN SEXUAL

Karine Rudek* , Erica do Espírito Santo Hermel** 

Cómo citar este artículo: ÁRudek, K.; Hermel, E. E. S (2021). Abordagens de saúde nos livros didáticos de ciências: investigando as infecções sexualmente transmissíveis. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(3), 651-668.

DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17543>

Resumo

Os Livros didáticos têm sido o principal material didático utilizado nas salas de aula. Considerando a relevância deste no Ensino de Ciências, faz-se necessária a análise destes materiais. Assim, o presente trabalho objetivou analisar como o conteúdo referente às Infecções Sexualmente Transmissíveis são discutidas nos livros de Ciências dos Anos finais do Ensino Fundamental, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2017. Esta foi uma pesquisa qualitativa, do tipo documental e bibliográfica, utilizando a análise de conteúdo para a investigação e obtenção dos dados. Foram analisados 32 livros de Ciências, contemplando 8 coleções didáticas aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático 2017, sendo 61,5% dos livros aprovados. Através da investigação podemos obter 86 unidades de análise, textos e imagens de Infecções Sexualmente Transmissíveis. Para organização dos resultados obtidos separamos as unidades de registros por coleções. Na sequência, buscamos categorizar cada unidade de registro apresentada pelas coleções, dessa forma ponderar quais abordagens de Educação em Saúde marcam os livros de Ciências do Programa Nacional do Livro Didático 2017. Os resultados da investigação apresentam a abordagem biomédica, comportamental e socioecológica. Evidenciou-se que existe uma predominância da abordagem parcial de saúde, ancorada em práticas pouco reflexivas com apelo individual e não coletivo. As coleções investigadas apresentam as infecções ainda de forma muito simplificada e informativa, dando pouca ênfase às abordagens mais críticas de Educação em Saúde como a socioecológica.

Palavras-chave: Palavras-chave: Livro didático. IST. Currículo. Ensino de Ciências.

Recibido: 4 de febrero de 2021; aprobado: 11 de noviembre de 2021

* Professora do Curso de Pedagogia na Faculdade Santo Ângelo. Mestre em Ensino de Ciências - PPGEC, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Cerro Largo. Brasil. Email: rudekkarine@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1661-3595>

** Professora do programa de Pós - graduação em Ensino de Ciências. Doutora em Ciências Biológicas: Neurociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Brasil. Email: ericahermel@uffs.edu.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5750-1437>

Abstract

Textbooks have been the most used teaching material used in classrooms. Considering its relevance in Science Education, it is necessary to analyze these materials. Thus, the present work aimed to study how contents about Sexually Transmitted Infections are being discussed in science books of the final years of Elementary School, approved by the National Textbook Program 2017 (Brazil). It is qualitative, documentary, and bibliographic research, using content analysis for research and data collection. 32 Science books were analyzed, comprising eight didactic collections approved by the 2017 National Didactic Book Program, of which 61.5% were approved. Through the investigation, we obtained 86 units of analysis, texts, and images of (STI). To organize the results, we separate the units of records by collections. Then, we seek to categorize each recording unit presented, thus considering which Health Education approaches mark the Science books of the 2017 National Textbook Program. Results show us a biomedical, behavioral approach, and socioecological. The predominance of the partial health approach continues, anchored in not reflective practices, based on individual and not collective appeal. The investigated collections present the infections in a very simplified and informative way, giving little emphasis to the most critical approaches to Health Education such as socioecological.

Keywords: Textbook. IST. Curriculum. Science Teaching.

Resumen

Los libros de texto han sido el principal material didáctico utilizado en las aulas. Dada su relevancia en la Educación Científica, es necesario analizar estos materiales. Así, el presente trabajo tuvo como objetivo analizar cómo se discuten los contenidos referentes a Infecciones de Transmisión Sexual en los libros de Ciencias de los últimos años de Educación Básica, aprobados por el Programa Nacional de Libros de Texto 2017. Se trata de una investigación cualitativa, de tipo documental y bibliográfica, utilizando análisis de contenido para la investigación y recopilación de datos. Se analizaron 32 libros de ciencias, que comprenden 8 colecciones didácticas aprobadas por el Programa Nacional de Libros Didácticos 2017 (Brasil), de las cuales el 61,5% fueron aprobadas. A través de la investigación pudimos obtener 86 unidades de análisis, textos e imágenes de Infecciones de Transmisión Sexual. Para organizar los resultados obtenidos, separamos las unidades de registros por colecciones. Luego, buscamos categorizar cada unidad de registro que presentan las colecciones, considerando así qué enfoques de Educación en Salud marcan los libros de Ciencias del Programa Nacional de Libros de Texto 2017. Los resultados de la investigación presentan el enfoque biomédico, conductual y socioecológico. Se evidenció que continúa el predominio del enfoque de salud parcial, anclado en prácticas individuales y no colectivas. Las colecciones investigadas presentan las infecciones de una manera muy simplificada e informativa, dando poco énfasis a los enfoques más críticos de Educación para la Salud como el socioecológico.

Palabras clave: Libro de texto. ITS. Plan de estudios. Enseñanza de las ciencias.

1. Considerações iniciais

A temática Saúde começa a ser discutida a partir de 1971 após a aprovação da lei nº 5.692 introduzindo nos currículos escolares brasileiros o Programa de Saúde na Escola (PSE), que objetiva “[...] levar a criança e o adolescente ao desenvolvimento de hábitos saudáveis quanto à higiene pessoal, alimentação, prática desportiva, ao trabalho e ao lazer, permitindo-lhes a sua utilização imediata no sentido de preservar a saúde pessoal e a dos outros” (Lei de 1971, sob o nº 5.692).

Já, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), no final da década 1990, a Saúde e questões relacionadas, são discutidas como temática transversal, lançadas no currículo escolar para que professores não só trabalhassem as questões biológicas, mas também psicológicas e sociais, entretanto, isso ainda ocorre lentamente. As atividades de Educação em Saúde nas escolas continuaram a ser sujeitas de modelos ultrapassados de saúde, com ênfase sanitária, ou seja, inadequadas em uma situação de educação escolar do nosso cotidiano (MOHR, 2002).

Assim, o ensino de saúde centrado na proposta curativa, limitado a um olhar sobre a prevenção de doenças, tem um grande problema ao não contemplar aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais inerentes aos processos de saúde e doença. Conforme discute Martins (2011), abordagens restritivas não vêm se mostrando adequadas a um fazer didático transformador da realidade vivida. Para tal, a multiplicidade dos olhares sobre a definição da saúde possibilitou o surgimento de algumas abordagens para o tema. Cabe ainda ponderar sobre a adoção do termo abordagem de saúde, pois foram identificadas outras formas de se referir as ações em saúde. Dentre outras terminologias, a adoção do termo abordagens, corroborando com a pesquisa de Martins (2011), vem se mostrando adequada aos modos de compreender e agir sobre saúde, não tão restrito como o termo “Modelo” e não tão amplo como o termo “Concepção”, que são os

predominantes em trabalhos na área (VALADÃO, 2004).

Com a dinamicidade construída nas relações entre ensinar e aprender, a discussão de temas relacionados à saúde, por exemplo, às Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST), seja no Ensino de Ciências ou nas demais disciplinas do currículo escolar, mostra-se de fundamental importância haver a mediação correta das informações e ressaltar as abordagens de saúde identificadas pelo currículo escolar. Neste contexto, faz-se necessária a reflexão, problematização e aprofundamento de discussões acerca da investigação em livros didáticos (LDs) do Ensino Fundamental.

Pesquisas (MONTEIRO; GOUW; BIZZO, 2009; CERQUEIRA; MARTINS, 2010; De CICCO; VARGAS, 2012; BARBI; NETO, 2017) apontam que as IST estão sendo pouco discutidas nas coleções e, ainda, alertam para a falta de contextualização, equívocos e lacunas de informações importantes acerca da temática, sendo necessário incluir na formação continuada dos professores essa carência dos livros.

Análises feitas em LDs mostram que em relação às IST, por exemplo, apresenta-se maior ênfase nas causas, nos sintomas, nas formas de prevenção e no tratamento delas, predominando, segundo Monteiro; Gouw; Bizzo (2009 p. 9):

[...] a tendência apontada a partir da perspectiva do modelo da História Natural da Doença, que enfatiza os aspectos naturais como determinantes do processo saúde-doença, tratando o processo saúde-doença a partir da perspectiva biomédica contrariando, em certa medida, as orientações do MEC e o próprio avanço conceitual do campo da saúde coletiva e da educação em saúde.

Desta forma, torna-se oportuno compreender, conforme Martins (2011), as três abordagens de saúde (biomédica, comportamental e socioecológica) e assim relacionar através do conteúdo apresentado nos LDs. A abordagem biomédica, marcada pela predominância da visão sanitária, ponderando saúde na ausência de doença. A abordagem comportamental é direcionada à promoção da saúde, por meio

de mudanças de hábitos e comportamentos do indivíduo. A abordagem socioecológica, que discute a saúde de forma globalizada, incluindo aspectos externos para a sua promoção, por sua vez, defende a saúde como um conjunto de ações coletivas.

Diante desse contexto, pesquisas (MOHR, 1994; 2002; MARTINS; 2011; 2017) apontam que os LDs ainda evidenciam aspectos de ordem biológica e sanitária, configurando uma abordagem simplista de saúde. A investigação em LDs não se caracteriza como sendo um novo campo de pesquisa, tendo sido ele, nas últimas décadas, o objeto de várias pesquisas tendenciadas para a análise de seus conteúdos e as ideologias por eles veiculados.

Com a criação, em 1985, do Programa Nacional do Livro Didáticos (PNLD), o decreto 91.542/85 institui alterações significativas para a garantia do critério de escolha dos LDs pelos professores, bem como na reutilização desses LDs por mais anos. Dessa forma, o Guia nacional do LD reúne as coleções melhor avaliadas e leva para as escolas a possibilidade de escolhas dos LDs para serem trabalhados por um triênio pelos professores das escolas públicas brasileiras.

De acordo com o Ministério da Educação (MEC), o PNLD é destinado a disponibilizar obras didáticas à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita para as escolas públicas de Educação Básica brasileira (MEC, 2016). Sendo essa a principal estratégia para fornecer material de apoio aos professores e alunos, LDs de qualidade para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem desenvolvido em sala de aula em todos os níveis da Educação Básica (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Assim, de acordo com Cassab e Martins (2003), o LD é um dos materiais educativos mais utilizados na escola, auxiliando na prática docente e considerado a única fonte de informação científica para os alunos das redes públicas de ensino. Neste viés, sendo o professor o mediador do aprendizado e estabelecedor da relação entre o aluno com o LD, torna-se relevante que ele possa participar na

escolha do material para a utilização na prática pedagógica.

Bachelard (1996) discorre sobre o excesso de imagens, metáforas, analogias que visam facilitar a construção do conhecimento, alerta que o uso equivocado dessas ações pode distorcer as informações, sendo transformadas em obstáculos pedagógicos para o aprendizado. Bachelard dialoga sobre os obstáculos epistemológico encontrados em meio aos LDs, quando o conceito científico fica carregado, perdendo seu real significado, sendo capazes de dificultar a aprendizagem.

[...] torna-se relevante uma análise dos obstáculos epistemológicos avaliando se encontram presentes ou não nos livros, tendo em vista que estes são um dos recursos mais utilizados em sala de aula e que devemos levar em consideração que uma distorção dos conteúdos neles apresentados pode ocasionar problemas de aprendizagem e assimilação de conceitos importantes (SANTOS; SCHNEIDER; JUSTINA. 2019 p. 379)

Portanto, esta pesquisa se propôs a analisar como os conteúdos referentes às IST são discutidos nas coleções didáticas de Ciências do Ensino Fundamental, aprovados pelo PNLD - 2017. E, ainda, como problemática de investigação busca evidenciar quais abordagens de Educação em Saúde estão sendo inseridas nos currículos escolares?

2. Desdobramento da pesquisa

A metodologia empregada no presente trabalho é de caráter qualitativo e do tipo documental e bibliográfica (LUDKE; ANDRÉ, 2011), visando nortear a análise de conteúdo nos LDs de Ciências do 6º ao 9º ano aprovados no PNLD - 2017.

Ao entrarmos no campo de pesquisa para aquisição das coleções, buscamos estabelecer alguns critérios para aderir as coleções. Primeiro critério foi a análise do Guia Nacional do Livro Didático do PNLD – 2017, conhecer quantas e quais foram as coleções de Ciências aprovadas. Após a identificação, como segundo critério, quais coleções foram mais distribuídas nacionalmente. Como terceiro critério, realizamos algumas visitas

Quadro 1. Coleções de Ciências do PNLD/2017, ordenadas de acordo com a distribuição nacional (BRASIL, 2016).

Coleções		REFERÊNCIA DOS LIVROS
C1 - Projeto Teláris Ciências	LD1	GEWANDSZNAJDER, F. Projeto Teláris Ciências 6º ano: planeta terra. 2. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
	LD2	GEWANDSZNAJDER, F. Projeto Teláris Ciências 7º ano: vida na terra. 2. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
	LD3	GEWANDSZNAJDER, F. Projeto Teláris Ciências 8º ano: nosso corpo. 2. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
	LD4	GEWANDSZNAJDER, F. Projeto Teláris Ciências 9º ano: matéria e energia. 2. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
C2 - Projeto Araribá	LD5	CARNEVALLE, M. R. Projeto Araribá 6º ano: Ciências. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2014.
	LD6	CARNEVALLE, M. R. Projeto Araribá 7º ano: Ciências. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2014.
	LD7	CARNEVALLE, M. R. Projeto Araribá 8º ano: Ciências. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2014.
	LD8	CARNEVALLE, M. R. Projeto Araribá 9º ano: Ciências. 4. Ed. São Paulo: Moderna, 2014.
C3 - Investigar e Conhecer	LD9	LOPES, S. Investigar e Conhecer 6º ano: Ciências da natureza. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015
	LD10	LOPES, S. Investigar e Conhecer 7º ano: Ciências da natureza. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015
	LD11	LOPES, S. Investigar e Conhecer 8º ano: Ciências da natureza. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015
	LD12	LOPES, S. Investigar e Conhecer 9º ano: Ciências da natureza. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015
C4 - Cia das Ciências	LD13	USBERCO, et al. Companhia das Ciências 6º ano. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
	LD14	USBERCO, et al. Companhia das Ciências 7º ano. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
	LD15	USBERCO, et al. Companhia das Ciências 8º ano. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
	LD16	USBERCO, et al. Companhia das Ciências 9º ano. 4. Ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
C5 - Ciências Naturais	LD17	CANTO, E. L. Ciências Naturais 6º ano: aprendendo com o cotidiano. 5. Ed. São Paulo: Moderna, 2015.
	LD18	CANTO, E. L. Ciências Naturais 7º ano: aprendendo com o cotidiano. 5. Ed. São Paulo: Moderna, 2015.
	LD19	CANTO, E. L. Ciências Naturais 8º ano: aprendendo com o cotidiano. 5. Ed. São Paulo: Moderna, 2015.
	LD20	CANTO, E. L. Ciências Naturais 9º ano: aprendendo com o cotidiano. 5. Ed. São Paulo: Moderna, 2015.
C6 - Ciências	LD21	BARROS, C.; PAULINO, W. Ciências 6º ano: o meio ambiente. 6. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
	LD22	BARROS, C.; PAULINO, W. Ciências 7º ano: os seres vivos. 6. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
	LD23	BARROS, C.; PAULINO, W. Ciências 8º ano: o corpo humano. 6. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
	LD24	BARROS, C.; PAULINO, W. Ciências 9º ano: física e química. 6. Ed. São Paulo: Ática, 2015.
C7 - Para Viver Juntos	LD25	AGUILAR, J. B. Para viver juntos 6º ano: Ciências da natureza. 4. Ed. São Paulo: SM, 2015.
	LD26	AGUILAR, J. B. Para viver juntos 7º ano: Ciências da natureza. 4. Ed. São Paulo: SM, 2015.
	LD27	AGUILAR, J. B. Para viver juntos 8º ano: Ciências da natureza. 4. Ed. São Paulo: SM, 2015.
	LD28	AGUILAR, J. B. Para viver juntos 9º ano: Ciências da natureza. 4. Ed. São Paulo: SM, 2015.
C8 - Ciências	LD29	TRIVELLATO, J. J., et al. Ciências 6º ano. 1. Ed. São Paulo: Quinteto, 2015.
	LD30	TRIVELLATO, J. J., et al. Ciências 7º ano. 1. Ed. São Paulo: Quinteto, 2015.
	LD31	TRIVELLATO, J. J., et al. Ciências 8º ano. 1. Ed. São Paulo: Quinteto, 2015.
	LD32	TRIVELLATO, J. J., et al. Ciências 9º ano. 1. Ed. São Paulo: Quinteto, 2015.

Fonte: AUTORAS, 2020.

as escolas municipais e estaduais localizadas na região de atuação do grupo de pesquisa GEPECIEM, região das Missões. Após alguns dias de visitas as escolas, consolidamos informações importantes que sustentaria nosso último critério de escolha: as oito coleções mais utilizadas nas escolas visitadas, dessa forma delimitamos também um espaço de investigação. No mesmo momento das visitas e em conversas com professores e também com a equipe diretiva identificamos os nomes das coleções e solicitamos exemplares para possível investigação. Apresentar o percurso percorrido pelas pesquisadoras nos parece de grande importância, pois aproxima o leitor do processo de construção da pesquisa, permitindo oferecer aos mesmos a possibilidade de fazer o mesmo caminho e assim contribuir e reavaliar nossas afirmações até então construídas.

O *corpus* documental de análise é constituído por 32 LDs de oito coleções didáticas de Ciências dos Anos Finais do Ensino Fundamental representando 61,5% dos LDs de Ciências aprovados pelo PNLD - 2017. Quanto ao critério de escolha selecionamos as oito coleções mais encontradas e utilizadas pelos professores na região missionária do estado do Rio Grande do Sul, sendo esses aprovados pelo PNLD - 2017 para o triênio de 2017-2019. Estas coleções compreendem-se como norteadoras do conteúdo sobre as IST no Ensino de Ciências nas escolas públicas da região delimitada. A lista com as coleções analisadas (Quadro 1) estão em ordem decrescente, das mais distribuídas para as que menos foram solicitadas a nível nacional, segundo o guia nacional do LD de Ciências do Ensino Fundamental dos Anos Finais (BRASIL, 2016). Todas as coleções apresentam quatro volumes e foram publicadas em 2014 e 2015.

A análise documental, segundo Ludke e André (2011, p.38), pode se constituir de grande importância na interpretação de dados, pois é uma “[...] técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”.

Para a análise do conteúdo, preveem-se três fases fundamentais: pré-análise, em que ocorre a organização da pesquisa, ou seja, estabelece o material para ser analisado, seguindo com a formulação de hipóteses para análise e a elaboração de indicadores para seguir a exploração. Já na exploração do material, acontece a codificação das unidades de registro; essas unidades são identificadas neste artigo como citações. O tratamento das citações, sendo elas os resultados obtidos, é uma forma de pensamento que reflete de forma resumida a realidade, na qual agrupa determinados elementos com características comuns. (BARDIN, 2011)

Para esta análise foram adaptadas categorias originadas de Martins (2011) com a finalidade de sistematizar e agrupar os dados produzidos (Quadro 2). Estas categorias exprimem unidades de significado com base na análise do conteúdo sobre as IST, associada à leitura flutuante dos LDs.

Quadro 2. Categorias de análise com base em Martins (2011).

ABORDAGENS DE SAÚDE	DESCRIÇÃO
BIOMÉDICA	A doença é apresentada na ausência de saúde. Ênfase nos sinais e sintomas, transmissão do patógeno, tratamento e cura da enfermidade.
COMPORTAMENTAL	Caracteriza a doença como consequência de escolhas individuais, dando ênfase ao comportamento, estilo de vida, atividade física, lazer, alimentação, bem como aos hábitos de vida do indivíduo.
SOCIOECOLÓGICA	Apresenta a saúde como condição que exige mudanças individuais, bem como coletivas, em nível social e político. Ênfase sobre saúde coletiva e a promoção de saúde.

Fonte: AUTORAS, 2020.

3. Análise dos resultados e discussões

As oito coleções de LDs de Ciências apresentaram abordagens de IST. Como resultado geral da

Quadro 3. Categorias e unidades de registros das IST, presentes nas coleções didáticas de Ciências propostas pelo PNLD 2017.

CATEGORIA	CAUSAS	INFECÇÕES	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
INFECÇÕES SEXUALMENTE TRANSMISSÍVEIS	BACTÉRIA	Sífilis	2	1	1	1	1	2	1	1
		Cancro Mole		1	1					
		Linfogranuloma Venéreo			1					
		Clamidíase	1	1			1			1
		Gonorreia	2		1	1	1	2	1	1
	VÍRUS	Condiloma Acuminado	2	1	1	1		1	1	1
		AIDS	3	2	2	2	3	2	2	2
		Herpes Genital	3	2	1	2	1	1		2
		Hepatite B e/ou C e/ ou D.	2	1			1	2	1	
	FUNGO	Candidíase	1	1	1	1	1	1	1	1
	PROTOZOÁRIO	Tricomoníase	1	1	1	1	1			
	INSETO	Pediculose Pubiana		1	1					

Fonte: Adaptado de MACHADO, ABÍLIO E LACERDA, 2019.

análise, totalizando 32 livros, foram encontradas 86 unidades de análise, considerando apenas textos e imagens. Aparentemente, as IST foram evidenciadas, mas há grandes preocupações com a qualidade destas informações, tendo em vista que são 32 LDs com mais de 200 páginas cada. Martins, Santos e El-Hani (2012) já ressaltavam que a saúde vem sendo pouco enfatizada, através dos dados obtidos durante a pesquisa realizada em coleções didáticas aprovadas no PNLD 2015.

Destacamos as unidades de registros por coleções conforme registros a seguir (Quadro 3). Em C1 - Projeto Teláris Ciências, com 17 das unidades de registro, C2 - Projeto Araribá, com 12 das unidades de registro, e C3 - Investigar e Conhecer e C6 - Ciências, com 11 unidades de registro cada. Já C5 - Ciências Naturais com 10 unidades de registros, C4 - Companhia das Ciências e C8 - Ciências com 9 unidades de registros cada e C7 - Para viver juntos com 7 unidades de registros.

Ainda, ressaltamos que LD1, LD5, LD9, LD13, LD21, LD25 e LD29 (ver Quadro 1), destinados ao 6º ano, não registraram unidades de registros sobre as IST, com exceção da C5 - Ciências Naturais, que apresenta uma organização diferenciada

das demais, aborda as IST em LD17 e LD18 (ver Quadro 1), sendo estes do 6º e 7º ano. Já LD4, LD8, LD12, LD16, LD20, LD24, LD28 e LD32 (ver Quadro 1) não apresentavam conteúdo relacionado a temática da pesquisa, um total de oito LDs sem unidades de registros.

Para a categorização das IST, adaptamos o quadro proposto pela pesquisa de Machado, Abílio e Lacerda (2019), que realizaram a investigação com LDs de Biologia e Ciências produzidos nos anos de 2002 a 2012, utilizados nas escolas públicas de João Pessoa-PB (Quadro 10). Desta forma, iniciamos evidenciando a categoria IST, que é a temática geral pesquisada nas coleções didáticas; na sequência, dentro da categoria, surgem as causas, que são assuntos menos gerais que a categoria, sendo eles os agentes causadores das infecções como Bactérias, Vírus, Fungos, Protozoários e Insetos; e, ainda, nas causas ocorrem as infecções, que são temas mais específicos e assim investigados em todas as coleções: Sífilis, Cancro mole, Linfogranuloma venéreo, Clamidíase, Gonorreia, Condiloma acuminado (HPV), Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), Herpes genital, Hepatite B, C e D, Candidíase, Tricomoníase e Pediculose

pubiana. Assim como a frequência de vezes que as infecções estão presentes nos livros, foram registradas no total das coleções.

Nossos resultados vão ao encontro da pesquisa realizada por De Cicco e Vargas (2012), quando apresentam os “achados da pesquisa”, e sinalizam que, conforme a literatura, os conteúdos de IST estão associadas às temáticas: seres vivos e fisiologia reprodutiva.

A seguir, vamos discutir cada coleção e suas unidades de registros.

3.1 Panorama das IST em meio as coleções didáticas do PNLD 2017

Em **C1 - Projeto Teláris Ciências**, foram encontradas 17 unidades de registros das IST, sendo, na maioria das vezes, citadas pelo autor. Em LD2 foram encontradas 8 citações das infecções, quando o autor apresenta na unidade 2 “Os seres mais simples”; no capítulo 6 (p. 68) “Vírus, bactérias e a saúde do corpo”, o autor introduz breve discussão sobre esses dois contextos, faz relação dos vírus com a nossa saúde e traz as infecções Herpes Genital, Hepatite (A, B e C) e AIDS, quando discute sobre a existência de medicamentos “antivirais” para o tratamento de determinadas IST como a Hepatite C e vacinas para prevenção da Hepatite A e B, conforme discute no exemplo abaixo.

Por ser um tratamento preventivo, na maioria das vezes, a vacina deve ser aplicada antes de um indivíduo contrair o microrganismo. Há vacinas [...] para certos tipos de hepatite, e os cientistas estão sempre pesquisando vacinas contra outras doenças (LD2, p. 71, grifo nosso).

Neste parágrafo, retirado de uma discussão sobre vírus, enfatiza-se a abordagem biomédica quando apresenta a vacina como forma de prevenção para certos tipos de Hepatite, mesmo entendendo a vacinação como uma proposta de política pública de saúde, o que analisamos foi o contexto e sua abordagem em meio ao conteúdo das IST. Logo, é possível de perceber indicativos da abordagem socioecológica, quando se destaca que pesquisas vêm sendo realizadas em busca de vacinas para

determinadas doenças, pois há indícios de uma dimensão histórica. Segundo Martins, Santos e El – Hani, “[...] a abordagem socioecológica é compatível, principalmente, com a discussão sobre a vacinação como política pública de saúde, que deve seu sucesso, em parte, ao envolvimento da comunidade [...]” (2012, p. 262).

Em LD3 foram registradas 9 citações às IST, sendo elas: Sífilis, Clamídíase, Gonorreia, HPV, AIDS, Herpes Genital, Hepatite B, Candidíase e Tricomoníase. O autor menciona as IST de forma muito superficial: transmissão do patógeno, sintomas, diagnóstico e tratamento, como ocorre na apresentação da Sífilis, por exemplo. A citação aproxima-se de pesquisas feitas por Martins (2011), quando evidencia que os fatores biológicos são os mais enfatizados ao se discutir os processos de Saúde e doenças, características essas da abordagem biomédica.

*[...] transmitida por uma bactéria (*Treponema pallidum*), essa doença pode ser fatal se não for tratada corretamente. Primeiros sinais da doença é a ferida sem dor, com bordas duras, elevadas e avermelhadas na área genital principalmente. [...] o diagnóstico é realizado pelo exame de sangue, e o tratamento é a base de antibióticos* (LD3, p. 223 grifos nossos).

Em **C2 - Projeto Araribá** foram encontradas 12 citações ao tema em pesquisa. Em LD6, apenas Herpes e AIDS foram citados, sendo tais no conteúdo de “Reprodução viral e as viroses”. Ambas as citações são feitas de forma “simplista”, evidenciando características básicas das infecções como sintomas e tratamento, conforme afirma Martins, Santos e El – Hani (2012):

[...] a etiologia da doença é reduzida a uma visão simplista do processo de adoecimento e, consequentemente, a restauração da saúde é vinculada a um tratamento exclusivamente biomédico, que consiste em eliminar o agente biológico, desconsiderando aspectos comportamentais, sociais e ambientais envolvidos na doença e, muitas vezes, cruciais para o contágio (p. 260).

No LD7, 10 citações das IST foram registradas no livro, em forma de síntese no capítulo destinado às discussões das IST. Ainda, nota-se que nesta

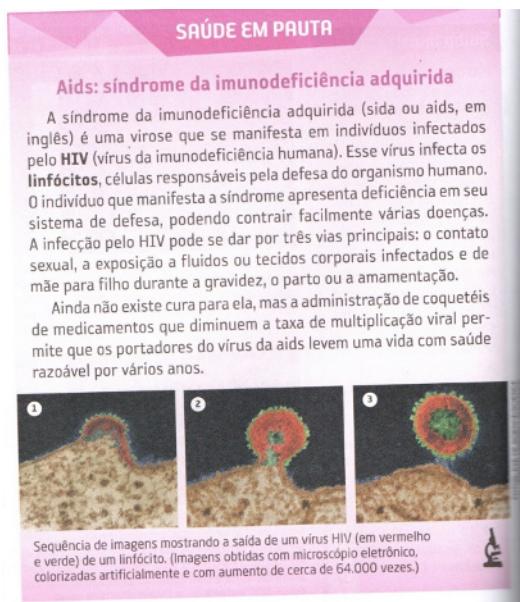


Figura 1. Texto proposto pela coleção, relacionando à Ciência com a Saúde: "Saúde em Pauta". **Fonte:** LD7, p. 72

coleção a autora busca relacionar as Ciências com a tecnologia, a Saúde ou o ambiente, apresentando um quadro em meio ao conteúdo "Saúde em Pauta" (Fig. 1).

Sandrin, Puerto e Nardi (2005) discorrem sobre a apresentação em textos, que podem favorecer a compreensão do tema, embora uma breve apresentação textual do conteúdo possa ocasionar também perda do trabalho de reflexão e análise crítica.

Em **C3 – Investigar e Conhecer**, a autora traz para discussão 11 doenças humanas causadas por vírus. Neste contexto, cita em LD10 o HIV (Vírus da Imunodeficiência Humana) como a única IST causada por este microrganismo, relacionando que o mesmo é responsável pela AIDS. Bizzo e Gouw (2010, p. 133), ao realizar suas pesquisas sobre as Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST) e a AIDS nos LDs para o Ensino Fundamental no Brasil: abordagens e implicações educacionais, comentam: "[...] pode-se dizer, portanto, que existe uma tendência para a abordagem dos temas DST/AIDS a partir da perspectiva biomédica ou, nas palavras do MEC, "o ensinar saúde".

Em LD11, no capítulo específico para a discussão

das IST, a autora cita 10 infecções, apresentando separadamente por agente causador: Bactérias (Sífilis, Cancro mole, Clamídias), Vírus (AIDS, Herpes genital, Hepatite B, HPV) e Parasitas: Fungo (Candidíase), Protozoário (Tricomoníase) e Insetos (Pediculose pubiana). Todas as infecções apresentadas são evidenciadas através de uma visão simplista de saúde, conforme o exemplo abaixo:

A pediculose pubiana é causada pelo piolho Phthirus pubis, popularmente conhecido como chato, que se instala entre os pelos pubianos. A proliferação desse piolho provoca coceira e pequenas hemorragias (LD11, p. 171).

Martins, Santos e El – Hani (2012) encontram resultados semelhantes e consideram fator comum nas apresentações dos livros.

Esta valorização apenas dos aspectos biomédicos nas discussões de saúde termina por exigir do estudante que trabalha com este livro um grande esforço de memorização de termos técnicos, relativos aos agentes etiológicos, sinais e sintomas, ciclos de vida de organismos patogênicos e de vetores [...] (p.13).

Em **C4 – Cia das Ciências**, assim como nas coleções anteriores, também cita as IST (9) em apenas dois livros. Em LD13, o capítulo destinado à discussão de vírus reúne informações em uma unidade, "Doenças causadas por vírus", evidenciando a transmissão da AIDS e a Herpes genital através das relações sexual desprotegidas. Torna-se importante salientar que esta coleção relaciona alguns sintomas causados pela AIDS, como o câncer denominado sarcoma de Kaposi que, segundo o glossário do Ministério da Saúde, é um "Tipo raro de câncer que acomete pacientes com AIDS, mais comumente os homens, sendo a pele o local mais frequentemente atingido" (BRASIL, 2004, p.93). Ainda, devido à anormalidade das defesas do organismo, as pessoas portadoras do HIV¹ adquirem várias infecções oportunistas, entre elas a Herpes.

O herpes é causado por um vírus oportunista que

¹ Acesso em: 05 de abr. de 2021. Disponível em: <https://unaids.org.br/estatisticas>

ataca o organismo quando sua defesa está baixa. No entanto, a lesão típica do sarcoma de Kaposi, câncer de pele comum em portadores de HIV. (LD13, p. 106)

Em LD14, as IST, como Sífilis, Gonorreia, AIDS, Herpes genital, Candidíase, Tricomoníase, estão reunidas no capítulo 18. Interessante neste livro é a leitura complementar ao final do capítulo, que reúne informações importantes sobre a necessidade da vacina contra o HPV, ressaltando que grande parte da população feminina estará sendo infectada pelo vírus em algum momento da vida. Ainda, relaciona a infecção como uma das principais causas do câncer do colo de útero. As informações contidas relacionam que tanto homens como mulheres podem contrair o vírus, e as campanhas de vacinação brasileiras realizadas protegem apenas contra alguns tipos de HPV (6, 11, 16, 18).

Estudos no mundo comprovam que 80% das mulheres sexualmente ativas serão infectadas por um ou mais tipos de HPV em algum momento de suas vidas. Segundo o Instituto Nacional de Câncer, no ano de 2013 cerca de 4800 brasileiras morreram desse tipo de câncer no país, a maioria de classe menos favorecida. (LD14, p. 219)

Segundo dados estatísticos registrados pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2021)², cerca de 17 mil novos casos de câncer de colo de útero durante todo o ano no Brasil são registrados, entretanto as taxas de mortalidade são estáveis. Considerando a literatura sobre a temática, De Cicco (2012) confere durante sua dissertação “Potencialidades e limites do ensino das doenças sexualmente transmissíveis: um estudo qualitativo na perspectiva socioantropológica” resultados semelhantes. Portanto, leituras complementares são fatores importantes na contextualização das IST.

Em **C5 – Ciências Naturais**, as IST foram encontradas em volumes diferentes das demais coleções analisadas, sendo registradas 2 citações

em LD17: AIDS e Hepatite B. Nesta coleção, o autor organiza o conteúdo de diferentes formas, ou seja, no capítulo 12, “A vida é a melhor opção”, faz relação ao “Ser humano e saúde”, aborda comportamentos e hábitos de vida para a promoção da saúde. Ilha et al. (2013) afirmam que, para o aluno promover sua própria saúde, é necessário criar reflexões que colaborem para a construção de ações individuais e coletivas que promovam a qualidade de vida.

Como exemplo, o autor traz para discussão “as drogas e a saúde”, evidenciando no texto que o uso compartilhado de drogas injetáveis e o contato com o sangue de pessoas contaminadas são comportamentos característicos de transmissão de IST. Martins et al. (2015) discorre sobre a abordagem de saúde comportamental em que “[...] saúde decorre de um foco no indivíduo para sugerir mudanças comportamentais, orientar sobre condutas saudáveis, estimular hábitos de vida compatíveis com a qualidade de vida etc.” (p. 5). Em LD18, o capítulo 15 “Sexo, saúde e sociedade”, 8 citações de IST são encontradas. Sífilis, Clamídia, Gonorreia, Herpes genital, Candidíase e Tricomoníases são apenas lembradas como infecções transmitidas pelo contato sexual. Já o vírus do HIV entra como a principal infecção apresentada pela coleção, no quadro “Em destaque” (LD18, p. 207). A AIDS é discutida no Brasil e no mundo como um dos principais problemas de saúde pública, com mais de 32 milhões de mortes relacionadas à infecção desde o início da epidemia até o fim de 2018 (UNAIDS, 2021). Chamam a atenção os dados trazidos pelo autor sobre a faixa etária em que a AIDS, que se encontra com mais incidência no sexo feminino, atinge jovens de 13 a 19 anos. Percebe-se a preocupação do autor em trazer dados estatísticos e propostas de saúde pública para dentro da sala de aula.

Na análise de **C6 – Ciências** foram feitas 11 citações às IST. Em LD22, pela primeira vez, faz-se referência às infecções no capítulo 5, reunindo discussões sobre os vírus, trazendo um calendário básico de vacinação da criança com as três doses

² Acesso em: 05 de abr. de 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-do-colo-do-uter>



Figura 2. Campanha para o uso de preservativo, Ministério da Saúde 2014. **Fonte:** LD23, p 80

de vacina contra a Hepatite B. No decorrer da análise, as leituras complementares “Para ir mais longe”, organizadas no final do capítulo, abordam outras IST: AIDS, Hepatite C e a Herpes genital, apenas evidenciando os sintomas e formas de prevenção. Já nas IST causadas por bactérias, os autores apresentam a Sífilis e a Gonorreia, bem como, causada pelo fungo, a Candidíase. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Andrade, Forastiri e El-Hani (2001), sobre a deficiência da interdisciplinaridade, pois discussões em LDs envolvendo interações com o contexto social e biológico são pouco frequentes ou feitos de forma equivocada.

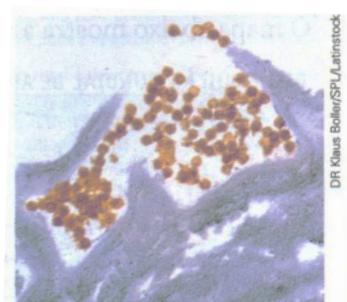
Em LD23, 5 citações foram encontradas no conteúdo sobre as IST, sendo a AIDS destacada no cartaz de campanha do Ministério da Saúde de 2014 (Fig. 2), que alerta sobre o uso da camisinha, como uma das principais barreiras de proteção contra a disseminação das IST, ou seja, uma proposta de política pública de saúde.

Por sua vez, as imagens podem ser associadas à abordagem socioecológica, pois, segundo Martins (2011), o papel de ações coletivas na prevenção das doenças, como no caso da Figura 8, quando interpretada no contexto fornecido pelo texto,

apresenta uma contextualização, bem como ações políticas e sociais com o planejamento de campanhas pelo governo e estimulando a adesão do uso de preservativos nas festas.

Em **C7 – Para Viver Juntos** foram identificadas 7 citações às IST. Em LD26, apenas a AIDS foi citada brevemente como infecção causada por vírus; já em LD27 foram enfatizadas as infecções: Sífilis, Gonorreia, Condiloma acuminado, AIDS, Hepatite B e C e Candidíase. Tais infecções são da mesma forma citadas e pouco discutidas, trazendo algumas imagens microscópicas (Figura 3) relacionada às IST, bem como informando o agente causador, o modo de transmissão e o tratamento. As imagens trazidas pelos LDs poderiam ser mais contundentes, explicativas na perspectiva de apresentar fatos autênticos das consequências de uma relação sexual sem preservativo.

Sabe-se que as imagens têm em sua configuração uma proposta de apresentação mais direta do que as palavras; da mesma forma, contextualizar o que foi dito não necessariamente complementando a informação textual. Esse autor usa a imagens microscópicas do vírus, aspecto que pouco contribui para uma mudança de pensamento por parte do leitor, uma vez que nenhum impacto está



Partículas de papilomavírus (marrom) sendo expelidas de uma verruga humana. As partículas liberadas podem causar verrugas em outras partes do corpo ou em outras pessoas. (Imagem obtida por microscópio eletrônico de transmissão e colorizada artificialmente; aumento de 56 000 vezes em 10 cm de altura.)

Figura 3. Partículas microscópicas de papilomavírus. **Fonte:** LD27, p 215

sendo causado (MARTINS; GOUVEA; PICCININI, 2005).

O Papanicolau é um exame que deve ser realizado por todas as mulheres, pois permite identificar inflamações, tumores em estágios iniciais e infecções pelo HPV. Neste exame, é realizada a coleta de células do colo de útero, que são enviadas para análise laboratorial. Desde 2007, existem vacinas anti-HPV que previne contra quatro tipos de vírus mais relacionados com o câncer do colo de útero e a presença de verrugas gênitais (LD27, p. 215).

Cabe ressaltar, Aguilar autor da coleção usa como proposta quadros informativos, em que busca mediar informações relacionadas ao conteúdo apresentado. No exemplo, o autor relaciona a existência de exames clínicos ginecológicos que devem ser realizados pelas mulheres, permitindo a identificação de inflamações e tumores ainda em estágios iniciais. Ressaltamos uma boa iniciativa da coleção analisada, no direcionamento médico, demonstrando a preocupação do autor com o exame de saúde e diagnóstico precoce, embora somente encontrado nesta coleção.

Em **C8 - Ciências**, em ambos os livros, LD30

e LD31, são encontradas 9 citações das IST. A coleção apenas cita as infecções, sem destacar características básicas, como agente causador, sintomas e/ou tratamento. Mas, os autores sugerem que os alunos, mesmo desprovidos de conhecimentos básicos, busquem realizar pesquisas sobre as IST citadas no texto. Nesse contexto observado, onde o autor busca dar autonomia aos alunos para compreender o conteúdo sobre IST sem ter feito uma introdução, Frasson (2006) sinaliza como de “caráter simplista” esta proposta, onde a limitação das informações mediadas aos alunos pode ocasionar problemas na aquisição do conhecimento científico quando usam desta coleção para obtenção do aprendizado. Nos LDs de Ciências investigados, no processo de categorização, a IST que ocorre com maior frequência é a AIDS, com 18 citações (Fig. 4), seguida da Herpes genital com 12 citações, e a Sífilis³ com 10 citações, sendo essas as três mais referenciadas. Por outro lado, apesar do grande número de casos de Clamídia no Brasil, 127

³ A sífilis é o caso mais gritante em 2018, foram 158 mil notificações da doença, levando a uma taxa de 75,8 casos para cada 100 mil habitantes — em 2017.

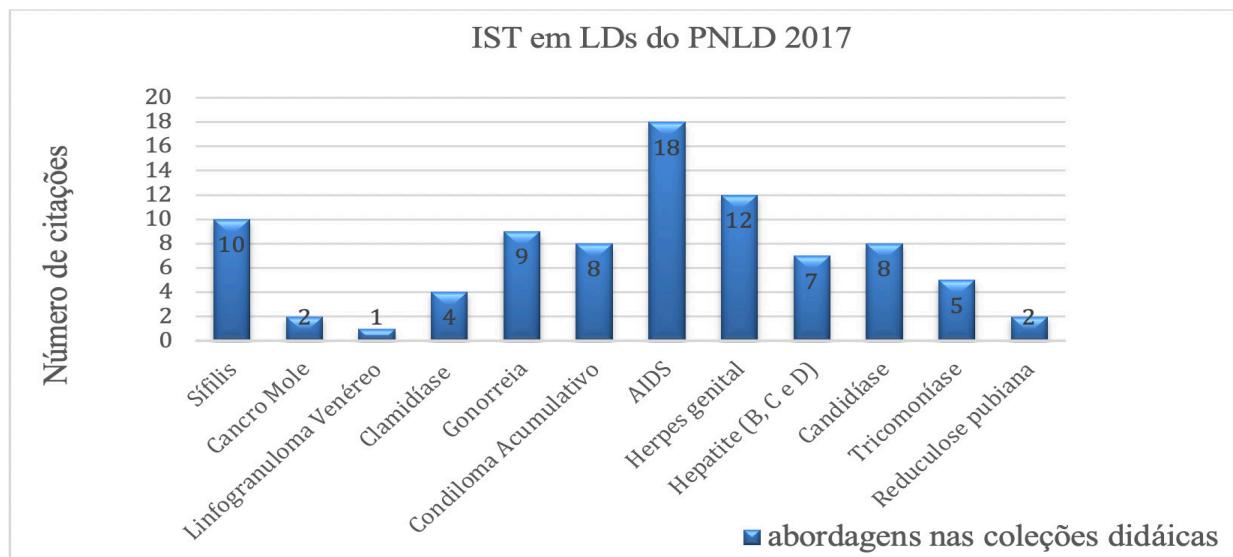


Figura 4. Relação das infecções citadas nas coleções didáticas aprovadas no PNLD 2017.

Fonte: AUTORAS, 2020

milhões de novos casos de Clamidíase em 2016, apenas e 4 coleções. De Cicco e Vargas (2012) evidenciam, em suas pesquisas, a predominância da AIDS como principal foco em LDs do PNLD 2010. Durante a análise é perceptível a ausência e informações completas em diversas abordagens nos LDs sobre algumas IST.

3.2 Abordagens de saúde nas coleções analisadas

Para complementar a discussão, vamos apresentar os resultados obtidos sobre as abordagens de Saúde: biomédica, comportamental e socioecológica. A abordagem biomédica foi a mais enfatizada nos LDs analisados, com 72 referências, bem como se fazendo presente em todas as coleções (Fig. 5), com maior destaque em C1 – Projeto Teláris Ciências e C2 – Projeto Araribá. Para a abordagem comportamental (6), as coleções C2 – Projeto Araribá e C4 – Cia das Ciências apresentaram uma referência em cada coleção, C5 – Ciências Naturais e C7 – Para Viver Juntos apresentaram duas referências cada.

Na abordagem socioecológica (8) a coleção C1 – Projeto Teláris Ciências apresentou quatro referências, a coleção C3 - Investigar e Conhecer apresentou duas referências. As coleções C5 – Ciências Naturais e C6 – Ciências uma referência cada. Nota-se a pouca evidência das últimas abordagens nas coleções analisadas. Barbi e Medig Neto (2017) discorrem sobre a semelhança desses resultados durante sua pesquisa no conceito de Saúde realizada em LDs de Ciências: “[...] predominância de uma abordagem parcial de saúde, ancorada em práticas pouco reflexivas com apelo individual” (p. 70). E finaliza relacionando os dados com a falta de posicionamento político dos autores das coleções, pois a educação é um ato político, conforme consta nos PCN “[...] compreender a cidadania como participação social e política, assim como exercício de direitos e deveres políticos e sociais adotados no dia a dia” (BRASIL, 1997, p. 6).

Como exemplo de abordagem biomédica (Quadro 2), destacamos a presença de Saúde implicada

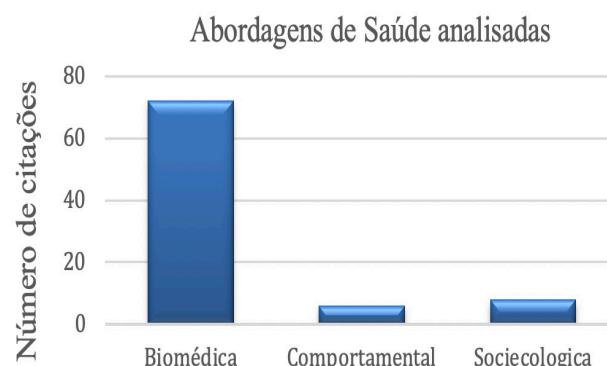


Figura 5. Relação das IST e Abordagens de Saúde.

Fonte: AUTORAS, 2020

em um fazer preventivo, em que o indivíduo mantém-se na condição de passivo ao médico e ao sistema (MARTINS, 2011), ou seja, o princípio da abordagem biomédica está na doença e a ideia de tentar e recuperar a saúde está no tratamento da doença (CARVALHO, 2006). O trecho apresentado abaixo evidencia essa relação quando cita as infecções e sinaliza a cura com uso de antibióticos: *O linfogranuloma venéreo, o cancro mole, a gonorreia e a sífilis, doenças causadas por bactérias, podem ser curadas com o uso de antibióticos devidamente definidos e prescritos por um(a) médico (a) (L11, p. 265 grifo nosso).*

Segundo a abordagem comportamental (Quadro 2), entendida como busca da qualidade de vida, tendo como princípios a adoção de hábitos e comportamentos saudáveis de vida, visando à promoção da saúde individual e coletiva, teve poucas citações em relação à biomédica, aparecendo em C2 – Projeto Araribá e C4 – Cia das Ciências com uma unidade de registro em cada, assim como em C5 – Ciências Naturais e C7 – Para Viver Juntos com duas unidades de registro em cada.

Atenção particular é dada aos estilos de vida inadequados para a promoção da saúde, buscando-se combatê-los com estratégias que visam a mudanças de comportamentos individuais, de modo a alcançar um estilo de vida mais saudável. Assim, a abordagem comportamental contempla

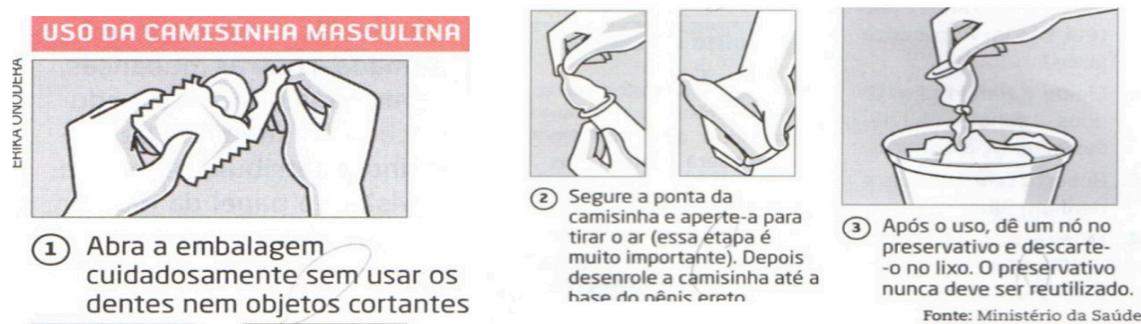


Figura 6. Abordagem Comportamental de saúde encontrada na investigação. Fonte: LD7, p. 170

apenas alguns dos aspectos que são considerados na visão mais abrangente da saúde característica da abordagem socioecológica (MARTINS et al. 2012 p. 253).

Em LD7 traz um exemplo desta abordagem, quando apresenta em imagens o uso de camisinha masculina como comportamento e escolhas de prevenção durante a relação sexual segura (Fig. 6). Fator que chama a atenção são os aspectos culturais trazidos pelo contexto em que a imagem foi apresentada, uso, costume e práticas de relações seguras, na medida em que o principal meio de prevenção é através do uso de preservativos masculinos.

A abordagem socioecológica (Quadro 2) defende a saúde como um conjunto de ações coletivas, sendo considerado saúde o bem-estar

biopsicossocial e ecológico. Segundo Martins (2017, p. 38), “[...] em nossa perspectiva, o termo socioecológico reforça o papel ativo do indivíduo no processo de transformação/mudança social [...]”. Esta abordagem tem se mostrado presente nas pesquisas já feitas em coleções didáticas, de forma ainda muito reduzida em relação à abordagem biomédica. Nesta pesquisa registramos em C1 – Projeto Teláris Ciências, com quatro unidades e registro, em C3 – Investigar e Conhecer com duas unidades de registro e em C5 – Ciências Naturais e C6 - Ciências com uma unidade de registro em cada.

Para a abordagem socioecológica, o autor traz para discussão uma campanha para a realização de teste do HIV como forma de prevenir a contaminação e disseminação da IST e antecipar o tratamento no caso de resultado positivo, uma ação política e pública (Fig. 7).

Justificam essa abordagem Oliveira e Egry (2000), quando, sobre as campanhas de promoção a saúde, sinalizam a democratização do acesso à saúde e a compreensão da saúde como direito, bem como a participação mais crítica do cidadão em relação à promoção de sua saúde, visando a uma dimensão coletiva da saúde e da doença. Estes são, afinal, aspectos que se mostram mais eficazes em relação à qualidade da vida, por sensibilizarem não somente as pessoas, mas também a sociedade, através de uma abordagem mais crítica, que incorpora ações individuais e coletivas.

Por fim, é fundamental apontar a ausência da menção do Sistema Único de Saúde (SUS) como



Figura 7. Abordagem Socioecológica mediante ações políticas e públicas de saúde. Fonte: LD2, p.75

instrumento de uma política pública que visa a propiciar o acesso universal e gratuito aos serviços de saúde no Brasil. Assim como a necessidade de mudanças em apresentar as IST para o público-alvo, buscando aproximar da realidade, fato este pouco frequente nas coleções analisadas. Conforme apontam Oliveira et al. (2009) há uma necessidade de mudança na estratégia de divulgação das informações, podendo essa se dar a partir da aproximação com o público-alvo e da adequação da linguagem e/ou da realidade dos indivíduos.

4. Considerações finais

A partir da análise de oito coleções didáticas aprovadas pelo PNLD - 2017, foi possível concluir que as abordagens de saúde: biomédica, comportamental e socioecológica estão presentes nas coleções de LDs, dando maior enfoque à saúde e sua promoção a partir de uma abordagem biomédica (MARTINS, 2011). Isso mostra que, apesar das diversas críticas à abordagem biomédica encontradas na literatura, ela ainda se faz muito presente na visão de saúde, posto que considera apenas os aspectos biológicos e não as dimensões políticas e comportamentais. As coleções analisadas ainda recorrem fortemente a essa abordagem para tratar de questões de Saúde, em especial as IST, que foram a problemática de investigação nesta pesquisa.

O predomínio da abordagem biomédica nos LDs investigados vêm ao encontro de propostas de prática de Saúde pública implantadas no dia a dia da população, em que geralmente visam à prevenção, tratamento ou cura de doenças, como as IST foram apresentadas, buscando de forma simplificada divulgar as informações sobre tais infecções relacionando-as a fatores de prevenção. Ou seja, deixaram de contemplar aspectos como a emergência de quadros preocupantes como da AIDS, HPV, Sífilis, entre outros, que, atualmente, mesmo com diversas discussões e programas públicos de distribuição de preservativos, ainda registram casos significativos. Já as imagens

relacionadas às infecções precisam ser mais problematizadas e direcionar didaticamente o seu uso. Quando os livros apresentam imagens de sintomas, por exemplo, eles perderam a oportunidade de explorar estas questões, bem como problematizar este contexto com pessoas portadoras da infecção que possuem uma vida normal quando buscam tratamento.

A revisão da bibliográfica realizada durante a pesquisa mostra que as abordagens socioecológica e comportamental estão apresentadas ainda de forma muito tímida, mesmo com propostas dos documentos curriculares nacionais, que orientam para a presença de abordagens mais críticas e reflexivas de Saúde no currículo escolar, principalmente no Ensino de Ciências. Abordagem que muitas vezes se assemelham e meio ao contexto dos LDs, socioecológica e comportamental, mas que permite ao pesquisador explorar, investigar e diferenciar-las.

Desta forma, a presente pesquisa priorizou as três abordagens de saúde levando em consideração todos os fatores relacionados, pois investigamos as IST em todos os contextos, textos e imagens, os conceitos estão sendo apresentados aos alunos pelos LDs investigados. Mesmo com a constatação de que as coleções investigadas abordam principalmente a abordagem biomédica, observamos a incorporação de discussões relacionadas às características das infecções como consequência de escolhas individuais de proteção, dando ênfase ao estilo de vida adotado, característica marcante da abordagem comportamental. Também, citações de que a saúde exige mudanças individuais e coletivas, em níveis sociais, políticos, ambientais, entre tantos outros, enfatizando a saúde como proposta coletiva.

Podemos concluir que no LD, conquanto valioso instrumento utilizado em sala de aula, torna-se necessária a discussão e problematização das abordagens de saúde encontradas nestes, pois influenciam diretamente no aprendizado. A Temática IST predomina na maioria das coleções destinadas ao 7 e 8 anos do Ensino Fundamental.

Os resultados encontrados divulgam que há discussões de melhorias na qualidade de vida, que envolve tomadas de decisões sobre estilo de vida, comportamento etc., mas também participação política como campanhas de vacinação e propostas de saúde pública, pensado no coletivo e na informação da população.

5. Referências

- ANDRADE, C. P.; FORASTIRI, V.; EL-HANI, C. N. Como os livros didáticos de ciências e biologia abordam a questão da orientação sexual?. *ATAS DO III ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*. Atibaia, São Paulo. 2001.
- BARBI, J. S. P.; MEGID NETO, J. A Saúde nos anos finais do Ensino Fundamental: Uma análise de documentos de referência. *ATA DO XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XI ENPEC*, Florianópolis. 2017.
- BACHELARD, G. *A Formação do Espírito Científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Ed 70. São Paulo Brasil, 2011.
- BRASIL. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa as Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. *Diário oficial da União, Brasília, DF, v 5, 12/08/1971. Seção 1, p 6377*. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-5692-11-agosto-1971-357752-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 27 dez. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997. p.138. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. PNLD 2017: *ciências - Ensino fundamental anos finais*. Secretaria de Educação Básica – SEB. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2016.
- Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/8813-guia-pnld-2017>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- CASSAB, M.; MARTINS, I. A escolha do livro didático em questão. In: *ATAS DO IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, Bauru, SP, nov. 2003.
- CERQUEIRA, M. L. C. dos S.; MARTINS, L. Cisticercose em quatro livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Candombá: *Revista Virtual, Salvador*, v. 6, p. 116-138, 2010. Disponível em: <http://revistas.unijorge.edu.br/a/2010v6n2//6MariaLuizaCintra-dosSantosCerqueira2010v6n2.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- DE CICCO, R.R. *Potencialidades e limites do ensino das doenças sexualmente transmissíveis: um estudo qualitativo na perspectiva socioantropológica*. 191f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/6415>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- DE CICCO, R. R.; VARGAS, E. P. As doenças sexualmente transmissíveis em livros didáticos de Biologia: apontes para o ensino de Ciências. *Revista Eletrônica de Educação e Ciência (REEC)*, Avaré, v. 7, n. 1 p. 1-12, 2012. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/16347>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- FRASSON, P. C. *AIDS, qual o seu significado nos livros didáticos?* 183f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4506>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- ILHA, P.; RIGHI, M.; ROSSI, D.; SOARES, F. A promoção da saúde nos livros didáticos de ciências do 6º ao 9º ano. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.6, n.3, p.107-120, nov. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38020>. Acesso em 20 jan. 2020.
- LUDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 2011.
- MACHADO, G. M.; ABÍLIO, F. J. P.; LACERDA, D. de O. Corpo e infecção sexualmente transmissíveis; análise dos conteúdos nos livros didáticos de ciências e

- biologia. *SUSTINERE: Revista de Saúde e Educação*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 106 – 131, jan - jun, 2019. DOI: <https://doi.org/10.12957/sustinere.2019.38292>.
- MARTINS, I.; GOUVEA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura*, v.57, n.4, p.38-40, 2005. Disponível em: http://cienciae-cultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400021. Acesso em: 20 jan. 2020.
- MARTINS, L. *Abordagens da saúde em livros didáticos de biologia: análise crítica e proposta de mudança*. 165 f. Tese. (Doutorado em Educação) Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal da Bahia, Bahia. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/22536>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- MARTINS, L. *Saúde no contexto educacional: as abordagens de saúde em um livro didático de biologia do ensino médio largamente usado*. 172f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2011. Disponível em: <https://ppgefhc.ufba.br/pt-br/saude-no-contexto-educacional-abordagens-de-saude-em-um-livro-didatico-de-biologia-do-ensino-medio>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- MARTINS, L.; SANTOS, G. S.; EL-HANI, C. N. Abordagens de saúde em um livro didático de Biologia largamente utilizado no Ensino Médio Brasileiro. *Investigações em Ensino de Ciências* (Online), v. 17, p. 249-283, 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/215>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- MARTINS, L; DIONOR, G. A; EL – HANI, C.N; CARVALHO, G. S. de. Construtos Teóricos e Práticos da Saúde: As Abordagens Biomédica e Socioecológica. In: *ANAIIS DO XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA – XI ENPEC*. Águas de Lindóia, São Paulo – 24 a 27 de novembro de 2015.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132003000200001>.
- MOHR, A. *A natureza da Educação em Saúde no Ensino Fundamental e os professores de Ciências*. 410f. Tese (doutorado). Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83375>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- MONTEIRO, P. H.; GOUW, A. M. S.; BIZZO, N. Análise dos conteúdos de saúde nos livros didáticos para o ensino fundamental: o tema das doenças sexualmente transmissíveis e AIDS. *VII ENPEC – ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, FLOIANÓPOLIS*. VII ENPEC. Belo Horizonte - Minas Gerais: ABRAPEC, v. 1. 2009.
- MONTEIRO, P.; BIZZO, N.; GOUW, A. As Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST) e a AIDS nos livros didáticos para o ensino fundamental no Brasil: abordagens e implicações educacionais. *Acta Scientiae*, v. 12, n.1, p.123-138, 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/30>. Acesso em: 20 jan. 2020.
- OLIVEIRA, D. C. de; PORTES, A. P. M. De; GOMES, A. M. T.; RIBEIRO, M. C. M. Conhecimentos e práticas de adolescentes acerca das DST/HIV/AIDS em duas escolas públicas municipais do Rio de Janeiro. *Escola Anna Nery*, v. 13, n. 4, p.833-841, out – dez. 2009. <https://doi.org/10.1590/S1414-81452009000400020>.
- OLIVEIRA, M. A. C.; EGRY, E. Y. A historicidade das teorias interpretativas do processo saúde-doença. *Revista da Escola de Enfermagem*, USP, v. 34, n. 1, p. 9-15, mar. 2000. <https://doi.org/10.1590/S0080-62342000000100002>.
- SANDRIN, M. De F. N.; PUORTO, G.; NARDI, R. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, p. 281- 298. 2005. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/508/306>. Acesso em: 20 jan. 2020.

SANTOS, N. Q.; SCHNEIDER, E. M.; JUSTINA, L. A. D. Obstáculos epistemológicos sobre a água em livros didáticos de Ciências do sexto ano do Ensino Fundamental, no PNLD 2017 do Brasil. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, v. 14, n. 2, p. 376-391, jul-dez 2019. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13855>.

VALADÃO, M. M. *Saúde na escola: Um campo em busca de espaço na agenda intersetorial*. Tese (Doutorado em Serviços de Saúde) – Departamento de Prática de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6135/tde-12022007-152151/pt-br.php](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6135/tde-12022007-152151/). Acesso em: 20 jan. 2020.



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 – Compartir igual \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](#), 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/1dtIDerlhjWBSBDrXvMPP2_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 \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](#), 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/1dtIDerlhjWBSBDrXvMPP2_I3HDhHF2NTri3V3t5l1hg/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 esta 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 atores 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-Compartilhagual 4.0 Internacional \(CC-BY-NC-SA 4.0\)](#), sob a qual outros podem distribuir, remix, tweak , e criar a partir do trabalho de forma não comercial, desde que eles dêem crédito e licenciam suas novas criações sob as mesmas condições.

Os detentores dos direitos autorais são os autores e a revista *Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*. Os proprietários mantêm todos os direitos sem restrições, respeitando os termos da licença relativa à consulta, download e distribuição do material.

Quando o trabalho ou qualquer um dos seus elementos estiver no domínio público de acordo com a lei aplicável, esta situação não será afetada pela licença.

Da mesma forma, incentivamos os autores a depositar suas contribuições em outros repositórios institucionais e temáticos, com a certeza de que cultura e conhecimento são bons para todos e para todos.



Termos e condições gerais

A revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (*Góndola Enseñ. Aprendiz. Cienc.*) publica trabalhos em espanhol, português e inglês. O processo de submissão de artigos é totalmente online através do nosso website (<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>). Os papéis devem cumprir os seguintes requisitos:

- Comprimento máximo do documento deve ser de 9000 palavras incluindo referências.
- Para garantir o anonimato do autor no momento da revisão por pares, o nome do autor deve ser substituído no artigo submetido pela palavra autor1e/ou autor2, etc. Esta alteração deve ser feita tanto no título do artigo como no texto, nas autocitações e auto-referências.
- Documento deve conter um título em espanhol, português e inglês; não deve exceder 20 palavras.
- resumo deve conter os objetivos do estudo, a metodologia utilizada, os principais resultados e a discussão ou conclusões correspondentes. Deve ser escrito em um único parágrafo de no máximo 300 palavras, sem citações ou abreviaturas e deve ser traduzido para espanhol, português e inglês.
- Incluiu no máximo 7 palavras-chave em espanhol, português e inglês.
- A bibliografia, tabelas e figuras devem ser ajustadas de acordo com o modelo de documento da revista (https://docs.google.com/document/d/1dtIDer-IhjWBSBDrXvMPP2_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 contêm 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 influência 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 "Gondola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias" contribuindo, em forma oportuna, com a melhora da qualidade científica deste produtos originais de pesquisa.

Manter a confidencialidade dos dados ministrados pelo editor, o comitê editorial e os autores, fazendo uso correto de tal informação pelos médios que lhe sejam outorgados. Não obstante, é sua decisão conservar ou copiar o manuscrito no processo de avaliação.

Informar ao editor e ao comitê editorial, de maneira oportuna, quando o conteúdo de uma contribuição acadêmica presente elementos de plágio ou seja semelhante substancialmente a outros resultados de pesquisa publicados ou em processo de publicação.

Informar qualquer possível conflito de interesses com uma contribuição acadêmica por causa de relações financeiras, institucionais, de colaboração ou de outro tipo entre o revisor e os autores. Para tal caso, e se for necessário, retirar seus serviços na avaliação do manuscrito.

Responsabilidades dos autores

Manter suportes e registros dos dados e análises de dados relacionados com o manuscrito submetido a consideração do periódico. Quando o editor e o comitê editorial do periódico precisarem desta informação (por motivos razoáveis) os autores deverão ministrar ou facilitar o acesso a tal

informação. No momento de ser requeridos, os dados originais ficarão em uma cadeia de custodia 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 está 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 à 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 práticas adequadas estabelecidas na normatividade que regula este tipo de atividade.

Declarar qualquer possível conflito de interesse que possa exercer uma influência indevida em qualquer momento do processo de publicação.

Revisar cuidadosamente as artes finais da contribuição, previamente à 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 "Gondola, 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 práticas se cumpram a cavalidade.

Procedimentos para tratar um comportamento não ético

Identificação dos comportamentos não éticos

O comportamento não ético por parte dos autores do qual se tenha conhecimento ou o periódico seja informado, serão examinados em primeiro lugar pelo Editor e o Comitê Editorial do periódico.

O comportamento não ético pode incluir, mas não necessariamente limitar-se ao estipulado na declaração de boas práticas e normas éticas do periódico "*Gondola, 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 evidências 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 atores não dessem resposta oportuna, deverá 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 denuncias realizadas pelo comportamento não ético.

Um comportamento não ético de caráter grave deve ser notificado às entidades de afiliação institucional dos autores ou que respaldam a pesquisa. O Editor, em acordo com a Universidade Distrital Francisco José de Caldas, deverá tomar a decisão de envolver ou não aos patrocinadores, bem seja por meio do exame da evidencia disponível ou por meio de novas consultas com um número limitado de profissionais da área.

Resultados (em ordem crescente de gravidade, poderão ser aplicadas por separado ou em conjunto)

Informar sobre as normas éticas aos autores ou revisores onde parece estar a dificuldade ou a má prática.

Enviar uma comunicação oficial aos autores ou avaliadores que indiquem a falta de conduta ética e fique como precedente para o bom comportamento no futuro.

Fazer a notificação pública formal onde se detalhe a má conduta com base nas evidencias do processo de pesquisa.

Fazer uma página de editorial que denuncie de forma detalhada a má conduta com base nas evidencias do processo de pesquisa.

Enviar uma carta formal às entidades de afiliação institucional dos autores que por sua vez respaldam ou financiam o processo de pesquisa.

Realizar correções, modificações ou de ser necessário retirar o artigo da publicação do periódico, fechando os serviços de indexação e o 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.