

GÓNDOLA

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE
DE LAS CIENCIAS

VOL. 18 NÚM. 3
SEPTIEMBRE - DICIEMBRE DE 2023



UNIVERSIDAD ESTADUAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

VOL. 18 NÚM. 3. SEPTIEMBRE - DICIEMBRE 2023 • ISSN: 2346-4712 • e-ISSN: 2665-3303

GÓNDOLA, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS



**UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**Revista Góndola,
Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**
Volumen 18-Número 3
Septiembre - Diciembre de 2023

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

e-ISSN 2346-4712
ISSN 2665-3303

Editora en Jefe

Olga Lucía Castiblanco Abril

Equipo de gestión editorial

Juan Andrés Giraldo

Diego Fabian Vizcaino

Grupo de Investigación:

Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF)

Apoyo gestion OJS

Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico - CIDC

Corrección de estilo

Fernando Carretero Padilla

Diseño y diagramación

David Mauricio Valero

Portada

Crédito: Zulma Vizcaino Castiblanco



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

EQUIPO EDITORIAL

Ph.D. Olga Lucía Castiblanco Abril
Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
Editora en jefe

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

Juan Andres Giraldo
Gestor de artículos

Reinel Rodriguez
Sebastian Bustos
Apoyo Técnico Editorial

COMITÉ CIENTÍFICO/EDITORIAL

Dr. Paulo Idalino Balça Varela
Universidade do Minho, Portugal

Dr. Nestor Camino
Universidad Nacional de la Patagonia. Argentina

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. Nelson Contreras. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia.

Dr. Vanderlei Folmer. Universidade Federal do Pampa. Brasil.

Dra Viviane Arrigo. Universidade Estadual de Londrina. Brasil.

Dr. João Paulo Camargo de Lima. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Brasil.

Dr. Paulo Vilhena da Silva, Universidade Federal do Pará, Brasil.

Dr. Frank Sinatra Daboín, Universidad de los Andes, Venezuela.

Dr. Terrimar Ignácio Pasqualetto, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, campus Osório, Brasil.

Dra. Jeane Crsitina Gomes Rotta, Universidades de Brasília, Campus Planaltina, Brasil.

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

Dr. Andrei Steveen Moreno Rodríguez. Universidade Estadual de Santa Cruz. Brasil.

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

Mg. María Mercedes Callejas Restrepo. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Colombia

Dr. José Luis Santana Fajado. Universidad de Guadalajara. Mexico.

Dra. Grace Judith Vesga. Universidad Antonio Nariño. Colombia.

Mg. Roiman Amed Badillo Bejarano. Secretaria de Educación de Bogotá. Colombia

Mg. Guillermo Cutrera. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.

Mg. Ana Paula Diniz Arruda, Universidade Salgado de Oliveira, Brasil.

Dr. Caio Samuel Franciscati da Silva, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil

Dr Ailton Jesus Dinardi. Universidade Federal do Pampa –Campus Uruguaiana, Brasil.

Dra. Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi. Universidad Federal del Amazonas. Brasil.

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

Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira. Universidad Estadual del Sudoeste de Bahía. Brasil.

Dr. David Figueiredo de Almeida. Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará. Brasil

Mg. Claudia Patricia Romero Arias. Secretaria de Educación de Dosquebradas. Colombia

Dr. Luiz Marcelo Darroz. Universidade de Passo. Brasil.



Contenido

EDITORIAL

El Profesor de Física: Su Identidad y Rol en la Transformación de la Sociedad

The Physics Teacher: their Identity and Role in Society's Transformation

O Professor De Física: sua Identidade e Papel na Transformação da Sociedade

Olga Lucia Godoy Morales

ARTÍCULOS

Categorización de Resultados de Aprendizaje en Química Utilizando Mapas Conceptuales 389

Categorizing Learning Outcomes in Chemistry with the Use Of Conceptual Maps

Categorização de Resultados de Aprendizagem em Química Utilizando Mapas Conceituais

Alex Eder da Rocha Mazzuco, Aliane Loureiro Krassmann, Eliseo Berni Reategui, Raquel Salcedo Gomes

Diferentes Concepciones de Modelación Matemática que Apoyan Teóricamente las Investigación en Etnomodelación en Brasil 405

Different Conceptions of Mathematical Modelling that Raise Research in Ethnomodelling in Brazil

Diferentes Concepções de Modelagem Matemática que Fundamentam as Investigações em Etnomodelagem no Brasil

Zulma Elizabete de Freitas Madruga

Análisis Experimental de Circuitos Eléctricos de Actividades Presenciales y Controladas Remotamente 422

Experimental Analysis of Electrical Circuits From On-Site and Remotely Controlled Activities

Análise Experimental de Circuitos Eléctricos a Partir de Actividades Presenciais e Controladas Remotamente

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro, José Silvério Edmundo Germano, Idmaura Calderaro Martins Galvão

Percepciones de los Docentes de Primeros Años de Educación Primaria sobre Aspectos de su Formación y Prácticas para la Enseñanza de Ciencias 440

Perceptions of Teachers From the First Years of Fundamental Education on Aspects of Their Education and Practices to Teach Sciences

Percepções de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental sobre Aspectos da sua Formação e Práticas para Ensinar Ciências

João Paulo Camargo de Lima, Fabiele Cristiane Dias Broietti, Keila Padilha De Oliveira Camargo De Lima, Tamires Bartazar Araújo Tamires



Contenido

- Enfoque de la Educación Ambiental en los Proyectos Pedagógicos de los Cursos de Grado del Instituto Federal e Mato Grosso, Campus Confresa 455
Approach on Environmental Education in the Educational Project of Undergraduate Courses of the Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Confresa
Abordagem sobre Educação Ambiental nos Projetos Pedagógicos de Cursos das Licenciaturas do Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Confresa
Gisllayne Rayanne Borges Coelho, Thiago Lopes, Ana Claudia Tasinaffo Alves
- Acertijo de Cuatro Cubos de Perelman: Calidad de las Representaciones Visuales y Argumentación de Respuestas Verbales 475
Perelman's Four Cubes Riddle: Quality of Visual Representations and Argumentation of Verbal Responses
Enigma dos Quatro Cubos de Perelman: Qualidade das Representações Visuais e Argumentação das Respostas Verbais
Josip Slisko, Jose Luis Santana Fajardo, María Elena Rodriguez, Liliana Vasquez Mercado
- Gamificación para la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas basado en la Solución de Problemas en Estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE) 496
Gamification for the Teaching and Learning of Mathematics Based on Problem Solving for Students with Special Educational Needs Sen
Gamificação para o Ensino e Aprendizagem da Matemática Baseada na Resolução de Problemas para Alunos com Necessidades Educacionais Especiais (Nee)
Diana Patricia Cardenas Cuesta, Gerardo Antonio Chacon Guerrero
- Enseñanza de la Física y Deficiencia Visual: Formación Inicial del Docente para una Sociedad Inclusiva 512
Teaching Physics and Visual Impairment: Initial Training of Teachers for an Inclusive Society
Ensino de Física e Deficiência Visual: Formação Inicial de Professores para uma Sociedade Inclusiva
Giselle Faur de Castro Catarino, Maria da Conceição de Almeida Barbosa Lima
- Regularidades Discursivas en una Colección de Enseñanza de Biología: La Enseñanza de Genética en su Relación "Forma-Contenido" 527
Discursive Regularities in a Didactic Collection Of Biology: the Genetics Teaching in its Relation "Form-Content"
Regularidades Discursivas em uma Coleção Didática de Biologia: O Ensino de Genética em sua Relação "Forma-Conteúdo"
Alberto Lopo Montalvão Neto



Contenido

La Práctica Curricular Supervisada en Cursos de Licenciatura en Química: un Análisis de las Disertaciones y Tesis Producidas en el Estado de Río Grande del Sur (2004-2020) The Curricular Supervised Internship in Licensing Chemistry Courses: an Analysis in the Dissertations and Theses Produced in the State of Rio Grande Do Sul (2004-2020) O Estágio Curricular Supervisionado nos Cursos de Licenciatura em Química: uma Análise nas Dissertações e Teses Produzidas no Estado do Rio Grande do Sul (2004-2020) <i>Francieli Martins Chibiaque, Fernando Icaro Jorge Cunha, Edward Frederico Castro Pessano</i>	542
La Formación Docente en Biología sobre la Inclusión de Estudiantes Sordos: Evidencias de Aprendizajes Significativos en la Planificación Didáctica Biology Teacher Training About the Inclusion of Deaf Students: Signs of Meaningful Learning in a Didactic Planning Formação Docente em Biologia para Inclusão de Alunos Surdos: Indícios de Aprendizagem Significativa em um Planejamento Didático <i>Suelen Aparecida Suelen, Irinéa de Lourdes Batista</i>	560
La Resolución de Problemas en Física Clasificados por Niveles de Complejidad: Una Experiencia The Resolution of Problems in Physics Classified by Complexities Level: An Experience Resolução de Problemas em Física Classificado por Níveis de Complexidade: Uma Experiência <i>Leonardo Julian Picos Rivers, José Quintín Cuador Gil, Carlos Rafael Martínez de Osaba Picos</i>	577
HISTORIAS DE VIDA	
Entrevista a: Josip Slisko Interview with: Josip Slisko Entrevista com: Josip Slisko <i>Johan Nicolás Molina Córdoba</i>	466
RESEÑAS	
LIBRO: UNA HISTORIA CON AGUIJÓN: MIS AVENTURAS CON LOS ABEJORROS BOOK REVIEW: A STING IN THE TALE: MY ADVENTURES WITH BUMBLEBEE UMA HISTÓRIA COM FERRÃO: MINHAS AVENTURAS COM OS ZANGÕES Lizeth Patricia Russy-Velandia	591



EDITORIAL

EL PROFESOR DE FÍSICA: SU IDENTIDAD Y ROL EN LA TRANSFORMACIÓN DE LA SOCIEDAD

Olga Lucía Godoy Morales[✉]

El pasado 14 de noviembre, como parte del programa de la XXVI Semana de la Enseñanza de la Física, se llevó a cabo, en la Facultad de Ciencias y Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, el conversatorio: “El profesor de física: su identidad y rol en la transformación de la sociedad”. Este evento contó con intervenciones de destacados profesores de los programas de Licenciatura en Física, entre ellos: Vanessa Arias Gil, de la Universidad de Antioquia; Pilar Infante Luna, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y Alberto Iriarte Pupo, de la Universidad de Sucre. Además, participaron los docentes Rafael Rey González, de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional; Duván Reyes Roncancio, del Énfasis en Enseñanza de las Ciencias de la Maestría en Educación de la Universidad Distrital, y Rafael Rodríguez Rodríguez, representante de la Asociación Colombiana de Profesores de Física. La moderación estuvo a cargo de los profesores Fabio Omar Arcos Martínez y Olga Lucía Godoy Morales.

El conversatorio se centró en la exploración a las respuestas a preguntas orientadoras: “¿Cuál es la importancia para el país y la región de los programas de formación de profesores de física?”; “¿Cuáles son los principales retos en la formación de los licenciados en física?”, y, por último, con el propósito de fortalecer la comunidad de educadores en física: “¿Qué estrategias proponen para la articulación de estos programas de formación?”.

Este texto resume las diferentes posturas, puntos de convergencia, así como una reflexión personal relacionada con la formación de los licenciados en física.

Se plantearon diversos argumentos que resaltan la importancia de que Colombia cuente con programas de formación de profesores de física, entre ellos están: a) la relevancia de formar profesores que contribuyan al desarrollo del pensamiento físico y matemático en niños y adolescentes; b) el aporte a la construcción de una base sólida en ciencias exactas y al desarrollo de una línea de formación científica que, posteriormente, serán fundamento para otras disciplinas científicas e ingenierías; c) el papel de la física como parte de la cultura humana; d) influye directamente en la calidad de la educación en este campo, impactando en la comprensión de fenómenos naturales y en la capacidad de resolver problemas en contextos reales; y e) la construcción al desarrollo científico y tecnológico del país.

Entre los desafíos que los programas de Licenciatura en Física pueden abordar se encuentran los siguientes:

*. Doctora en Educación. Énfasis en Enseñanza de las Ciencias. Profesora Tiempo Completo. Licenciatura en Física. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. ogodoy@udistrital.edu.co ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-5480-2135>

- ¿Cómo extender a las regiones los programas de formación de profesores de física?
- ¿Cómo incorporar la tecnología digital en las experiencias de aprendizaje de manera significativa?
- ¿Cómo mantener alta la motivación de los futuros licenciados en física en el aula?
- ¿Cómo despertar la vocación tardía, es decir, cómo incentivar a aquellos que ingresan al programa de licenciatura sin que esta haya sido su primera elección?
- ¿Cómo atraer a un mayor número de estudiantes a los programas de licenciatura?
- ¿Cómo articular la física con el desarrollo humano, de manera coherente y enriquecedora?
- ¿Cómo articular los programas de pregrado de Licenciatura en Física con los programas de Maestría en Enseñanza de las Ciencias, o en Educación?
- ¿Cómo transformar las prácticas de enseñanza de la física en la universidad?

Las preguntas anteriores evidencian la necesidad de abordar la formación de profesores de física de manera integral y están estrechamente relacionadas en cómo, desde los programas de formación, concebimos la enseñanza de la física para los futuros licenciados.

Actualmente, existe una tendencia a dividir la formación de los licenciados en bloques de contenidos que se suman; por ejemplo, el componente disciplinar más el pedagógico, o el teórico más el experimental; lo cual es peligroso, pues se centra únicamente en la disciplina y se deja de lado otros elementos clave del proceso educativo. La concepción que adoptemos en las universidades se reflejará en la misión, visión y perfil profesional de nuestros futuros licenciados en física.

Enseñar física a futuros profesores de esta área supone desafíos específicos. Los licenciados en física requieren un enfoque que no solo integre el contenido disciplinar, sino que también los conocimientos pedagógicos, educativos (enseñanza, aprendizaje y evaluación), culturales, tecnológicos y medioambientales en su contexto social específico. Esto les permitirá generar experiencias de aprendizaje significativas para sus futuros estudiantes, adaptadas a diferentes niveles de comprensión de acuerdo con el nivel de escolaridad en el que se desempeñen. Por tanto, el enfoque educativo para licenciados en física es significativamente diferente de la enseñanza dirigida a físicos o ingenieros.

Para dar respuesta a la tercera pregunta, se propusieron diferentes estrategias para la articulación de los programas de formación de profesores de física:

- Ofrecer asignaturas que puedan ser cursadas por estudiantes de licenciaturas en física de las diferentes universidades.
- Fomentar la participación de otras universidades en eventos académicos, como la Semana de la Enseñanza de Física.
- Organizar mesas de trabajo con representantes de diferentes universidades para abordar temas académicos y compartir experiencias de formación.
- Promover la dirección de tesis compartidas.
- Llevar a cabo proyectos de investigación en colaboración.
- Establecer núcleos integradores que compartan las diferentes instituciones.
- Desarrollar un conocimiento especializado de la física para la formación de profesores.
- Compartir las fortalezas académicas y experiencias de formación de tal manera que los diferentes programas puedan aprender unos de otros.

A modo de cierre, la formación de los profesores de física es de vital importancia para nuestro país, estos educadores desempeñan un papel fundamental en la preparación de futuros científicos, ingenieros y profesionales en diferentes áreas. Por esta razón, Colombia requiere de profesionales en el campo de la educación que estén formados adecuadamente y puedan llevar acabo esta labor. Además, tienen la responsabilidad de despertar el interés y la curiosidad de los estudiantes para introducirse en el mundo de la física; así, contribuyen al desarrollo de habilidades cognitivas y al fomento de una cultura científica en la sociedad. Por tanto, es imperativo que se establezca, de manera prioritaria y en corto tiempo, una mesa de trabajo con representantes de las diferentes universidades para empezar a abordar algunos temas aquí planteados u otros que por cuestiones de tiempo pudieron ser omitidos.



ENTREVISTA A: JOSIP SLISKO*

Por: **Johan Nicolás Molina Córdoba** **



Fotografía: Josip Slisko

Josip Slisko (JS) es profesor – investigador en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (1991-actual). Licenciado en física de la Universidad de Sarajevo (Bosnia y Herzegovina, 1971). Magíster en Filosofía de la Ciencia, en la Universidad de Zagreb (Croacia, 1978). Doctor en ciencias Filosóficas de la Universidad «Kiril y Metodiye» en Skopie (Macedonia, 1989). Investiga el aprendizaje y la enseñanza de la física y las matemáticas, desde el año 1994, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México, en el Nivel 2. Desde el año 1993 organiza el taller internacional “Nuevas Tendencias en la Enseñanza de la Física”. En este, en sus 30 ediciones, han participado como ponentes invitados los más destacados investigadores internacionales. En el año 2011, sus actividades académicas fueron reconocidas con La Medalla LAPEN (Latin American Physics Education Network) por las contribuciones al desarrollo, al refuerzo y al enriquecimiento de la educación en física en América Latina. En el año 2023, la Sociedad Mexicana de Física, a través de su División de Enseñanza, le entregó la Medalla al Mérito Académico “Carlos de Sigüenza y Góngora”.

Nicolás Molina (NM) es Licenciado en Física de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Estudiante de último ciclo de Maestría en Astronomía en el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) de la Universidad Nacional de Colombia. Es editor de la revista especializada del OAN eSPECTRA, y miembro del Grupo de Enseñanza de la Física (GEAF) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y del Group of Solar Astrophysics (GoSA) del OAN. Además es cofundador de Orbitamautas, un semillero dedicado a la difusión, divulgación y enseñanza de la Astronomía.

NM: *Profesor Slisko, le ofrezco un cordial saludo agradeciendo aceptar darnos esta entrevista. En primer lugar, me gustaría que nos contara un poco sobre la trayectoria profesional y aquello que le ha llevado hasta donde está en estos momentos.*

JS: La carrera de Licenciatura en Física terminé en el año 1971. Parece interesante mencionar que desde aquel entonces dedicaba tiempo a la música que siempre me ha interesado. Tenía la oportunidad de obtener una beca que me ubicaba en un puesto de

* Profesor-investigador Titular “C”, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, jslisko@fcfm.buap.mx

** Maestrante programa de Astronomía. Observatorio Astronómico Nacional, jomolinac@unal.edu.co

trabajo en el centro de investigación de una empresa grande en cómputo. Allí tenía la oportunidad de estar en la frontera de la ciencia porque allí comenzó el desarrollo de técnicas computacionales para la ciencia.

Por amor a la música dejé pasar tal oportunidad y rechacé la plaza de trabajo. Esto me generó un problema porque debía regresar el dinero de la beca, pero tuve “suerte” de que había una escuela donde faltaban profesores de física y aceptaron regresar la beca, dándome un trabajo en la enseñanza, y ahí comenzó mi carrera como profesor. Luego de esto, cursé una maestría en filosofía de la física y, en el año 1978, logré tener una plaza docente en la universidad de mi ciudad Mostar, en Bosnia y Herzegovina. En el mismo año, me fui a México, porque obtuve una beca del gobierno mexicano. Tenía unas ideas para hacer cosas en física teórica, pero finalmente descubrí que no tengo tanto talento ni habilidades en este camino. Regresé muy triste a mi ciudad. El panorama académico cambió: quien no lograra llegar a nivel de doctorado perdería su plaza en la docencia universitaria.

Después de varios intentos y dilemas presenté a un doctorado en ciencias filosóficas. El trabajo resultó interesante porque pude conectar el Marxismo con el desarrollo de la mecánica cuántica, demostrando que una intervención ideológica en mecánica cuántica tuvo consecuencias graves. Es conocido que el marxismo de la Unión Soviética, en un determinado momento, estaba en contra de la interpretación de Copenhague de la mecánica cuántica porque era muy idealista. A pesar de que llega un momento en el que se aproximan.

Lo que ocurrió fue que en aquel entonces se tomó la interpretación de Copenhague y se transformó terminológicamente, gracias al protagonismo de Fock, en una “interpretación marxista”. Todos los críticos de la interpretación de Copenhague se convierten en “enemigos ideológicos” y ya no se pudo publicar nada que criticara dicha interpretación, pues no era aceptable.

En Occidente, en cambio, la interpretación de la mecánica cuántica trataba de bajar al nivel del

experimento. Se buscaba meter en el experimento las cuestiones filosóficas como “la mecánica cuántica vs el realismo local”. Ahí ocurrió un gran avance: fenómenos cuánticos no son compatibles con el realismo local. Pero, ¿qué pasó en la Unión Soviética? Era prohibido publicar sobre estos temas y todo aquel que criticara la interpretación de Copenhague o la interpretación oficial de Fock no prosperaba. Mi investigación documental fue evidencia de que hubo un retraso de 30 años debido a la reducción de la libertad de investigación en la Unión Soviética. Fue interesante demostrar que meter ideologías en la ciencia nunca es bueno. Así obtuve, en el año 1989, mi doctorado en filosofía de la mecánica cuántica, específicamente en aspectos ideológicos.

En el año 1991 me volví a México. Me invitaron para dar un curso de filosofía de la física, pero cuando llegué me ofrecieron una oportunidad para dedicarme a la educación matemática. Les dije que no podía hacerlo porque no sabía del tema. Entonces me pidieron que me dedicara a la enseñanza de la física y acepté. Pensaba que enseñaba bien y de hecho escribía libros de texto de física en Bosnia, aunque en realidad no tenía conocimientos sobre la ciencia del aprendizaje y su relación con la enseñanza de la física.

Me costó mucho trabajo conocer el campo y ver que todo lo que yo pensaba sobre enseñanza de la física era parcialmente o totalmente falso. Claro que hay que conocer la física para no decir errores, pero la manera cómo se debe enseñar para que los estudiantes aprendan era muy diferente. La revisión de la literatura de investigación y la aplicación de los resultados más importante en mí labor docente me pusieron en una ruta en la que ya tengo casi 30 años de experiencia en el aprendizaje y la enseñanza de la física.

Suelo usar este orden “aprendizaje y enseñanza”, porque pienso que esto es un orden natural. Si no sabemos cómo la gente aprende la física, no podemos enseñar bien. Pero, comúnmente, la gente dice “enseñanza y aprendizaje”, pero es una costumbre que es endeble. Incluso en México dicen “enseñanza

– aprendizaje”, que implica una relación dialéctica: “si no hay enseñanza – no hay aprendizaje” o “si no hay aprendizaje - no hay enseñanza”. Es interesante este aspecto terminológico.

NM: *Sí, suele entenderse la enseñanza-aprendizaje como un solo término y en realidad no suele haber mucha reflexión sobre el sentido que tiene. En general, hay muchos profesores que enseñan física sin comprender qué es lo que están haciendo. ¿Has tenido alguna experiencia en este sentido?*

JS: Sí, yo lo viví en carne propia. Es un episodio que muchas veces cuento. Cuando llegué a México, tenía amigos en el Instituto de Física de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Cuando se enteraron algunos de ellos de que yo me dedicaría a la enseñanza de la física, decían: "Oye, ¿tú sabes qué hace una persona que sabe Física?" "¿Qué hace?", preguntaba yo. Decían: "Tal persona es investigadora." Luego preguntaban: "¿Sabes qué hace una persona que no sabe la física?" "¿Qué hace?", respondía yo. Decían: "Esta persona, ¡enseña física!" Me quedé con mal sabor en la boca. Pero el juego continuaba, porqué decían: "¿Sabes qué hace una persona que no sabe enseñar física? Pregunté muy sorprendido: "¿Qué hace?" Su respuesta con una sonrisa de triunfo era: "¡Esta persona enseña cómo enseñar física!" Me parecía muy perversa e insultante la idea de desprecio que tenían tales investigadores en física hacia las personas que se dedican a la enseñanza de la física.

Obviamente el problema es complejo y tiene que ver, entre otras cosas, con el reparto del poder académico. Si uno quiere meterse en un campo de física (partículas elementales, mecánica cuántica o lo que sea), no puede hacerlo si no ha publicado artículos en este campo. Los que han publicado allí no permiten fácilmente que otros se integren al campo. Pero, cuando se trata de enseñanza, éstos mismos piensan que, aunque nunca hayan investigado y publicado algo sobre enseñanza, ellos saben cómo se enseña, Entonces, se tiene una doble cultura.

Comencé a investigar esta polaridad de “cultura de investigación” y “cultura de enseñanza” coexistiendo en las mismas personas. Los resultados que encontré a lo largo de muchos años son preocupantes: ¡se pueden encontrar libros de texto para la enseñanza de la física publicados por científicos de la física que contienen errores conceptuales! Se puede decir que esto ocurre básicamente porque los físicos buscar el rigor cuando se trata de los artículos de investigación en la física. Sin embargo, cuando se trata de enseñanza creen que pueden escribir libros de texto de cualquier manera, poner números que no existen, e inventar ejemplos fantásticos que nunca pueden ocurrir en la realidad. En los Estados Unidos, afortunadamente, ya se reconoce que la enseñanza de la física es un campo de la física y la revista "Physical Review – Physics Education Research", publica los reportes de investigación en enseñanza de la física. Con mucha razón, la atención principal de los investigadores se enfoca en las concepciones alternativas de los estudiantes y las secuencias didácticas que las pueden cambiar. Sin embargo, faltan investigaciones sobre la calidad de los libros de texto. ¡Es increíble que casi todos los libros de texto de física presentan de manera totalmente errónea cómo funciona el elevador hidráulico!

Es imposible que una persona que no sabe de investigación educativa en aprendizaje y enseñanza de la física, o, aún peor, que piensa que estos conocimientos son basura y no valen nada, adecúe su diseño de enseñanza según modelos científicos. Eliminar o reducir la presencia de tales personas en la educación no será fácil, ya que implica reajuste de cuestiones de poder académico. Aunque para muchos es claro que las universidades ya no pueden seguir siendo pasivas y tradicionales, no se sabe cómo será el próximo modelo universitario. Será un reto diseñar un currículum nuevo de física que se adapte a las exigencias de la modernidad y satisfaga las necesidades de la sociedad actual.

NM: *Tengo curiosidad por saber si en Bosnia ocurre esta misma situación de la falta de reconocimiento*

de la investigación en Enseñanza de la física como un campo específico. También, me inquieta saber cómo se entiende la formación de profesores de física tanto en Bosnia como en México.

JS: Sí, es muy erróneo y hasta peligroso continuar mandando el mensaje de qué los jóvenes, que no logren formarse como físicos puros y tener reconocimiento a nivel mundial, siempre pueden enseñar física sin ninguna preparación adicional, porque son dos campos disciplinares diferentes que tienen sus propios requerimientos de conocimientos y habilidades. Surge entonces el problema de cómo brindar una educación de calidad en física, especialmente a nivel preuniversitario, que es fundamental. Alguien mencionó muy acertadamente que **el objetivo actual no es tener más personas en la física, sino tener más física en las personas.** Esto plantea un desafío completamente distinto y mucho más complejo que simplemente seleccionar a un pequeño grupo de estudiantes talentosos y entrenarlos para que sean la próxima generación de investigadores en física. Elevar el nivel de pensamiento físico en la población es la verdadera cuestión. Necesitamos promover un mayor pensamiento científico y crítico en la sociedad, ya que esto es lo que impulsa el avance social. Sin embargo, muchos físicos tienen una visión limitada y solo se preocupan por aquellos estudiantes que pueden realizar tesis de licenciatura, maestría y doctorado, y publicar investigaciones. Desde un punto de vista personal, esto puede parecer perfecto, ya que solo les interesan unos pocos estudiantes capaces de llegar a la frontera del conocimiento. Sin embargo, esto tiene enormes consecuencias sociales, que son negativas.

La física a menudo se percibe como aburrida, innecesaria e incluso tortuosa para los estudiantes. Esta imagen negativa de la física debe cambiar, ya que la actividad de investigación en física depende en gran medida de la percepción social. En algún momento, las personas que odian la física pueden estar en las posiciones políticas que permiten tomar decisiones sobre proyectos de investigación en física y eliminarlos por completo. Los físicos que piensan

así parecen ser miopes y no ven la importancia de promover una imagen positiva y relevante de la física desde edades tempranas. Sin embargo, esta imagen solo puede ser promovida por otro tipo de personas: aquellas que se preparan para ser agentes de cambio, no solo personas que ven la enseñanza como un trabajo de segunda categoría y piensan que solo necesitan exponer sus conocimientos de física. Necesitamos una nueva generación de individuos capaces de desarrollar un pensamiento profundo en los estudiantes, y solo podremos lograrlo si contamos con maestros y maestras adecuadamente preparados. Es un problema complejo, pero debemos abordarlo. En primer lugar, es necesario contar con una legislación y una solución económica adecuadas. Si los salarios y el estatus social de los maestros no son adecuados, no se logrará atraer a personas talentosas al trabajo educativo. Necesitamos hacer que la educación sea atractiva para aquellos que tienen habilidades y capacidades, para que puedan lograr estabilidad económica y prosperidad trabajando arduamente en la enseñanza. Si se les asignan demasiadas horas de clase sin un puesto estable o si no se les paga lo suficiente, ¿cómo se espera que resuelvan este problema?

En México, lamentablemente, en muchas facultades no se tiene un curso obligatorio de enseñanza de la física en la licenciatura. Por suerte en mi propia facultad tal curso existe. Sin embargo, en un momento, hubo una propuesta de eliminar tal curso, argumentando que su temario no era pertinente para la mayoría de los estudiantes y que sería mejor si fuera opcional para la minoría de los estudiantes con el interés en la enseñanza. La idea parecía prosperar, pero una estudiante, Belinka González, en una reunión donde se discutía esta propuesta, levantó la mano y dijo algo como: "Estimados profesores, en este curso he aprendido más física que en muchos otros cursos que he tomado con ustedes. No lo deben eliminar." A raíz de ese comentario, ¡el curso se mantuvo como obligatorio! Aunque los tiempos han cambiado y ya nadie habla de eliminarlo, aún no existe formalmente un programa de estudio de enseñanza de la física.

En cuanto a la formación de maestros de física, actualmente las Escuelas Normales Superiores son los lugares donde se imparte. Allí se preparan a las personas para enseñar física en secundaria. Sin embargo, esta es otra historia y tal vez no sea conveniente comentarla ahora. No sé cuántos lugares en México realmente adopten la postura de dividir la carrera de física en diferentes caminos. Aquellos que deseen ser físicos investigadores tendrán su propia trayectoria, y aquellos que quieran ser físicos educadores deben seguir su propio camino. Desde mi punto de vista, este sería el enfoque correcto. A menudo les digo a mis estudiantes que no deben soñar con convertirse en investigadores de torres de marfil, donde solo se dedican a la investigación. Siempre tendrán que enseñar. Si no saben nada sobre cómo funciona el proceso de aprendizaje, incluso al impartir cursos técnicos, no es seguro que lo hagan de la mejor manera. Simplemente seguirán enseñando como les enseñaron a ellos: -Aquí tienes el contenido, ahora resuelve este problema-. Para que realmente haya un verdadero aprendizaje, toda la cuestión de la calidad de la enseñanza depende de mecanismos de control. Como mencioné antes, en la física profesional tenemos mecanismos de control (editores y árbitros en las revistas de investigación), pero en la enseñanza casi no existen. Nadie está observando cómo estás enseñando, cómo calificas los exámenes, cómo impartes tus lecciones.

NM: He visto que trabajas bastante con la experimentación discrepante en la clase de física ¿Qué ventajas ofrecen a la hora de enseñar física?

JS: Las ventajas en términos de cambiar el esquema de pensamiento del estudiante son significativas. Generar motivación para que los estudiantes enfrenten el reto de un experimento discrepante es fundamental. En este sentido, la idea de los experimentos discrepantes se relacionan con un enfoque bien trabajado y conocido, como el enfoque de "Predecir, Observar y Explicar" o POE. En este enfoque, se plantea una situación en la que los estudiantes deben hacer una predicción sobre lo que sucederá si se cambia algún detalle. Aquí es donde los alumnos

a menudo caen en la trampa de predecir algo que debería suceder según sus propias ideas y modelos conceptuales. Sin embargo, cuando observan que sus predicciones no se cumplen, se produce un experimento discrepante.

Es importante que los estudiantes vean que sus ideas no funcionan como esperaban. Después de observar la discrepancia entre lo predicho y lo observado, deben explicar lo sucedido. Un experimento discrepante puede desencadenar un fenómeno conocido como "desequilibrio cognitivo", ya que los seres humanos siempre buscamos un equilibrio entre nuestras ideas sobre el mundo y lo que realmente sucede en el mundo. Cuando ocurre algo que desafía nuestras ideas, buscamos alcanzar "equilibrio cognitivo", lo cual puede implicar una reestructuración o incluso un cambio completo de nuestras ideas. Como dijo Aristóteles, el aprendizaje comienza con la sorpresa. Cuando el mundo nos sorprende y sucede algo inesperado, es cuando realmente comenzamos a replantearnos nuestras ideas.

El experimento discrepante puede desempeñar un papel importante en este proceso de reflexión, reevaluación y cambio de ideas. Sin embargo, también es necesario tener en cuenta un fenómeno potencialmente no deseado en el modelo POE. Si se abusa de los experimentos discrepantes, los estudiantes pueden desarrollar una actitud no deseada. Por ejemplo, pueden adoptar la postura de que su primera idea, la que les parece correcta, seguramente es incorrecta y la descartan automáticamente. Este efecto no es muy beneficioso si se exagera el uso de experimentos discrepantes. Una alternativa más amigable, promovida por Eugenia Etkina en el modelo ISLE (Interactive Science Learning Environment), es el enfoque de "observar, explicar y poner a prueba explicaciones". Este enfoque permite que los estudiantes observen un fenómeno y generen diferentes explicaciones. Aquí se valora la diversidad de pensamiento, al mostrarles a los estudiantes que una misma cosa puede ser interpretada de diferentes maneras. Después, se les pide que demuestren la viabilidad de su explicación a través de un experimento de verificación.

De esta manera, se suaviza el enfoque, evitando que los estudiantes se sientan constantemente equivocados. Ahora, pueden pensar en sus explicaciones como hipótesis que desean demostrar que son correctas. Proponen experimentos para poner a prueba sus explicaciones y así demostrar su validez. También se pueden considerar nuevos aspectos y realizar nuevos experimentos para analizar las predicciones hechas por diferentes explicaciones. Últimamente me inclino más por el enfoque en el que los estudiantes proponen diferentes explicaciones y buscan verificar su viabilidad. Es un cambio que me agrada, ya que fomenta la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

NM: Muchos profesores suelen decir que esto les exige mayor trabajo...

JS: Sí, es una crítica común sobre el factor tiempo en la enseñanza. Es cierto que invertir en la planificación y ejecución de experimentos discrepantes puede implicar un gasto considerable de tiempo, aunque eso se compensa de otras maneras. Muchos profesores argumentan que se ven obligados a priorizar los resultados, como el número de estudiantes que pasan exámenes de admisión a universidades o que aprueban los cursos. Este enfoque centrado en los resultados puede generar una negación a dedicar tiempo a la enseñanza, especialmente en el ámbito universitario, donde la investigación suele ocupar un lugar prominente. Existe una preocupación de que enseñar conceptos y pensamiento crítico, que no están directamente relacionados con los exámenes de admisión, sea una pérdida de tiempo.

Es comprensible que los profesores opten por enseñar lo que se evaluará en los exámenes de admisión, ya que sus evaluaciones y posiciones académicas están en juego. Si los estudiantes no tienen éxito en los exámenes, eso se refleja negativamente en los profesores. Por eso, muchos prefieren enfocarse en enseñar lo que se evaluará y asegurarse de que sus estudiantes aprueben. Sin embargo, como mencioné anteriormente, la enseñanza tradicional basada en este criterio de resultados no tiene en

cuenta aspectos fundamentales, como el desarrollo de habilidades importantes para la vida y el pensamiento crítico.

Creo que el cambio en el sistema educativo debe ser profundo, especialmente en lo que respecta a los exámenes de admisión. Si modificamos el tipo de exámenes de admisión, también debemos cambiar la forma de enseñar. La única manera de fomentar el desarrollo del pensamiento científico es a través de exámenes que evalúen ese tipo de pensamiento. Si se utilizan exámenes de pensamiento creativo y crítico, queda claro que la enseñanza tradicional no tiene oportunidad, ya que no se enfoca en enseñar esas habilidades. Existe una especie de conspiración entre la enseñanza tradicional y los exámenes tradicionales, que están diseñados para medir el cumplimiento de estándares. Esto representa un problema que no se puede resolver sin un enfoque distinto en la educación.

Últimamente me he interesado mucho en el pensamiento crítico y creativo de los estudiantes. Me alegra ver que los estudiantes son capaces de proponer experimentos muy originales, que van más allá de lo que se enseña convencionalmente. Publiqué varios artículos basados en las ideas creativas de los estudiantes, especialmente relacionadas con las demostraciones de ingravidez en la caída libre. Personalmente, confío mucho, también, en el pensamiento crítico de los estudiantes. Un ejemplo concreto tiene que ver con un error grave que se encuentra en una edición del libro de texto “Fundamentos de física” de Halliday, Resnick y Walker en que aparece un problema que describe el movimiento de una esfera con un diámetro de seis centímetros y una masa de seis kilos. Al pedirles a los estudiantes que cuestionen críticamente lo que dicen los problemas numéricos en tal libro de texto, uno de los estudiantes de primer semestre de licenciatura en física señaló que no podía ser posible tener una esfera con esas características. Descubrió un error en la densidad, que resultaba mucho mayor que cualquier densidad real en la Tierra. A pesar de que este error ha pasado desapercibido en cuatro ediciones del libro de texto (¡que ha sido revisado

por cientos y utilizado por miles de profesores con doctorado en física!), un estudiante fue capaz de detectarlo. Su atención no estuvo sobre qué fórmula usar para calcular lo indicado, sino si la situación descrita en el problema era o no viable. En el análisis, el estudiante usaba sus experiencias sensoriales: Me parece que el tamaño de la esfera es muy pequeño para que tenga tanta masa.

Los autores y revisores detrás de las ediciones de ese texto no han mostrado pensamiento crítico ante un error en un problema de física, donde se mencionaba una esfera con un diámetro de seis centímetros y una masa de seis kilos. Este pequeño ejemplo demuestra la utilidad de enseñar explícitamente el pensamiento crítico. Además, considero que también es importante enseñar habilidades de comunicación, colaboración y estrategias de aprendizaje autorregulado, ya que son habilidades necesarias para enfrentar los constantes cambios tecnológicos. En mi opinión, el papel del profesor no se limita a enseñar una materia específica como física. También debemos enseñar para formar ciudadanos íntegros, fomentando habilidades del siglo XXI: loss pensamiento crítico y creativo, la comunicación, la colaboración y, sobre todo, las estrategias de aprendizaje. Enseñar física o cualquier otra materia de manera integral implica brindar a los estudiantes herramientas que serán útiles en su vida posterior. Aunque enseñar estas habilidades puede resultar desafiante, especialmente en un sistema educativo tradicional, considero que es fundamental. Requiere un esfuerzo mental por parte de los estudiantes que no se encuentran en la enseñanza tradicional. Es importante fomentar el trabajo grupal, ya que esto puede ayudar a los estudiantes a desarrollar estas habilidades. Afortunadamente, la física y las matemáticas son contextos ideales para enseñar estas habilidades, ya que siempre podemos poner a prueba las ideas mediante experimentos y modelaciones lógicas. Promover estas habilidades es brindar a los estudiantes las herramientas necesarias para su vida futura.

El maestro o la maestra debe presentar la importancia de estas habilidades como algo fundamental para

el futuro de los estudiantes. Convencerlos de que esto les beneficiará es crucial, pero no es una tarea sencilla. No tengo una receta específica para lograrlo en todas las asignaturas, ya que cada una tiene sus propias particularidades. En asignaturas como ciencias sociales, donde predominan las opiniones, puede ser más complicado. En el arte, por ejemplo, las apreciaciones pueden ser subjetivas. Sin embargo, en física y matemáticas hay posibilidades de comparar ideas, evaluar su productividad y aceptabilidad. Es ahí donde podemos fomentar el pensamiento crítico y creativo. El desafío radica en cómo lograr este cambio a gran escala. Personalmente, creo que es necesario un cambio en la universidad, ya que el modelo actual no es sostenible en un mundo en constante transformación. Es inconcebible que, en comparación con los profesionales del siglo XVII, el único profesional que no ha cambiado su forma de trabajo sea el profesor universitario, a pesar de todos los avances tecnológicos disponibles.

El cambio integral no será fácil debido a la resistencia al cambio por parte de muchos profesores, que no quieren perder la comodidad de simplemente exponer contenido. Además, existe una percepción de que la enseñanza es una carga o un obstáculo para la investigación. El problema radica en que la universidad tiene una gran inercia y carece de cambios significativos. No tengo una receta específica para lograr este cambio integral en la universidad en este momento. En mis cursos, hago lo que puedo y tengo la ilusión de que está funcionando. Permíteme contarte un episodio como ejemplo...

En el curso "Desarrollo de habilidades de pensamiento complejo", fomento la reflexión y les pido a mis estudiantes que escriban ensayos. Para evaluar si estoy logrando mi objetivo les realizó una encuesta anónima. Una de las preguntas que les hago es si comparten lo que aprenden en el curso con otras personas. Recuerdo que una respuesta en particular me impactó. Un estudiante dijo que comparte todo lo que hace en el curso con su familia, pero lo mejor lo guarda para compartirlo con su novia. Me pareció una respuesta genial y pensé que si logramos que los estudiantes discutan sobre lo que

aprenden en el curso de física con sus parejas, estamos haciendo algo bien. Creo que esta conexión emocional con el contenido se logra más con “cambios conceptuales” causados por los experimentos discrepantes y menos a través de la manipulación de ecuaciones y fórmulas. Es necesario ir más allá y generar una experiencia significativa de aprendizaje. A veces, como profesores, estamos acostumbrados a hablar desde nuestra posición de experiencia y no escuchamos lo que los estudiantes tienen para decir. Es importante que haya un diálogo fluido y una escucha activa y respetuosa.

NM: *Sí, he visto mucho ese dilema entre profesores que quieren hacer cosas alternativas pero no pueden desprenderse de la formalidad de las matemáticas y consideran que si el estudiante no domina una ecuación entonces fue tiempo perdido, así se hallan “divertido” en la clase, ¿qué opinas de esto?*

JS: En cursos de física, debería haber un lugar natural para los lados cualitativos y cuantitativos. ¿Qué quiero decir con esto? Pues que existe un camino natural que se debe seguir. Primero, está la exploración cualitativa y conceptual. Ahí es donde todo debería comenzar. Luego viene la exploración cuantitativa y experimental. Después, si deseas profundizar y abordar aspectos cuantitativos y detalles finos, es cuando entran los modelos matemáticos y la comparación entre ellos. La matemática se puede utilizar como una herramienta, pero realmente no tiene sentido utilizarla de manera aislada. Esto se debe a que los estudiantes no van a aprender física sólo mediante la manipulación matemática. De hecho, hay varios resultados de investigación educativa que demuestran que la manipulación matemática no contribuye al aprendizaje conceptual de la física. Esto significa que los estudiantes pueden resolver cientos de problemas cuantitativos, pero cuando se les presenta un problema cualitativo donde no deben utilizar ninguna fórmula, si intentan usarla, estarán equivocados. Esto indica que no han comprendido la parte conceptual. Permíteme darte un ejemplo para ilustrar esto.

Imagina que tomas una lata de gaseosa dietética y la colocas en un recipiente con agua. Lo sorprendente para muchos es que la lata flota y sale un poco de agua. Ahora, te preguntas qué pasaría si viertes el aceite en el recipiente. La gran mayoría de los estudiantes dice que la lata se hundirá o bajará cuando se coloque en el aceite. Cuando la lata se eleva y se coloca casi completamente en el aceite, es como un milagro para ellos. Predecir y explicar tal comportamiento de la lata no es fácil porque tienen una idea muy arraigada. Algunos dicen que si hay un barco flotando y te subes a él, el barco se hundirá más porque hay más peso en el barco. Entonces, si hay agua y echas aceite sobre la lata, la lata se hundirá.

La explicación es un poco más compleja debido a que el aceite ejerce presión hacia abajo no solamente sobre la lata sino, también sobre el agua alrededor de la lata. La presión hidrostática del aceite sobre el agua es un poquito mayor que la presión hidrostática sobre la lata. Según el principio de Pascal, tal presión de aceite sobre la superficie del agua se transfiere y empuja la lata hacia arriba. Cuando se les explica esto, lo aceptan y se sorprenden de no haberlo podido explicar anteriormente. Ahora, te doy este ejemplo por la siguiente razón: si alguien quiere introducir el modelo matemático, debería conocer la densidad de la lata, la densidad del agua (que ya se conoce) y la densidad del aceite, para luego calcular cuánto va a salir la lata del agua hasta que se establezca el equilibrio. Sin embargo, en muchos libros de texto, en varias ediciones, la explicación del equilibrio se expresa de la siguiente manera: el peso de la lata se equilibra con la fuerza de empuje del agua y la fuerza de empuje del aceite. Pero esto es erróneo conceptualmente, aunque te sale correcto el cálculo numérico.

Permíteme aclarar un punto importante. El aceite no ejerce la fuerza de empuje sobre la lata. La única fuerza de empuje que actúa es la del agua. La acción del aceite sobre la lata es una fuerza hacia abajo. Lo que empuja hacia arriba es la fuerza de empuje del agua, junto con una fuerza adicional debido al principio de Pascal. Este ejemplo demuestra que

incluso profesionales de la física, tienen la misma idea errónea de que el peso de la lata se equilibra con la fuerza de empuje del agua y del aceite. Pero esto es conceptualmente incorrecto. Este es solo un pequeño ejemplo que demuestra la importancia de tener un aprendizaje conceptual primero antes de desarrollar modelos matemáticos.

Cuando los físicos aprendían física, tenían errores conceptuales y se generaban discusiones. Nadie podía decir "tú no sabes, esto es así". Se armaban debates y discusiones. Eso es lo que ocurría cuando los físicos aprendían física como físicos. Ahora, cuando los estudiantes deben aprender física, parece que se espera que no tengan dudas. Sin embargo, las dudas que tienen los estudiantes de hoy son a menudo las mismas que tuvieron los físicos en algún momento de la historia. Este es otro tema importante que debería abordarse, permitiendo que los estudiantes conozcan al menos algunos episodios importantes de la historia de la física. No sobra destacar que los libros de texto de física presentan la historia de manera muy reducida y, a veces, errónea.

NM: Bueno hay muchos otros temas que quisiera que conversáramos, por lo pronto, le agradecemos la disposición para dialogar y analizar todas estas situaciones que circundan al campo de la enseñanza.

JS: Gracias a ti por la paciencia y por las bonitas preguntas, que si han estado enfocadas en problemas cruciales de enseñanza. No son temas sencillos. Espero que en el futuro haya oportunidades para colaborar en algún proyecto educativo juntos.

Publicaciones recientes del profesor Josip Slisko

Slisko, J., "Textbook and curriculum alignment," in The International Handbook of Physics Education Research: Special Topics, edited by M. F. Taşar and P. Heron (AIP Publishing, Melville, New York, 2023), pp. 15-1–15-34.

- Krulj, I. & Slisko, J. (2023). Absence of buoyant force in free fall: A magnetic demonstration. *The Physics Teacher*, 61(4), 312 – 313.
- Slisko, J. & Corona Cruz, A. (2022). Demonstrating free-fall weightlessness with a charged needle electroscope. *Physics Education*, 57(5), 053006.
- Slisko, J. & del Rosal Garduño, R. (2022). A bubble-based demonstration of free-fall weightlessness. *The Physics Teacher*, 60 (6), 527.
- Slisko, J. (2022). Students' demonstrations of atmospheric pressure. *The Physics Teacher*, 60(6), 514-515
- Slisko, J., Božić, M. & Marković-Topalović, T. (2021). The physical cause of atmospheric pressure: weight of air or molecular motion and impacts? *The Physics Teacher*, 59(6), 470 – 473.
- Slisko, J. (2021). Facebook-supported tasks for exploring critical and creative thinking in a physics teaching course. *Knowledge Management & E-Learning*, 13(1), 58–82.
- Slisko, J. (2021). El tomate que no flota en agua: Una posible secuencia para el aprendizaje activo de ingravidez. *Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 16(1), 38 - 45.
- Slisko, J. (2020). Demonstrating the physics involved in astronaut spacewalk training. *The Physics Teacher*, 58(9), 680 - 681.
- Slisko, J. (2020). What students can learn from Fibonacci's error in solving "The lion in a pit" problem. *Góndola. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15(2), 216 – 238.
- Slisko, J. & Kutleša, Ž. (2020). Water jet from a bottle in free fall. *Physics Education*, 55(4), 053004 (4pp).
- Slisko, J. (2020). A new role for the Cartesian diver: Showing free-fall weightlessness. *The Physics Teacher*, 58(6), 446





CATEGORIZAÇÃO DE RESULTADOS DE APRENDIZAGEM EM QUÍMICA UTILIZANDO MAPAS CONCEITUAIS

CATEGORIZING LEARNING OUTCOMES IN CHEMISTRY WITH THE USE OF CONCEPTUAL MAPS

CATEGORIZACIÓN DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE EN QUÍMICA MEDIANTE EL USO DE MAPAS CONCEPTUALES

Alex Mazzuco^{✉*}, Aliane Loureiro Krassmann^{✉**}, Eliseo Reategui^{✉***},
Raquel Salcedo Gomes^{✉****}

Cómo citar este artículo: Mazzuco, A.; Krassmann, A. L.; Reategui, E.; Gomes, R. S. (2023). Categorização de resultados de aprendizagem em química utilizando mapas conceituais. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 389-404. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17970>

Resumo

A disciplina de Química caracteriza-se por sua essência abstrata e conceitual, dificultando a identificação objetiva de resultados de aprendizagem. O interesse em investigações relacionadas ao uso de técnicas para apoiar este processo é crescente, visto que, também pode contribuir substancialmente em aspectos importantes, como na concepção de materiais didáticos mais significativos e na adequação de procedimentos pedagógicos. Este trabalho propõe a utilização de mapas conceituais com o objetivo de categorizar resultados de aprendizagem em Química. Um estudo piloto foi conduzido com a participação de quatro estudantes do ensino médio. Na tentativa de evidenciar a incidência de padrões condizentes à aprendizagem profunda, superficial e não-aprendizagem, consideraram-se mapas conceituais produzidos antes e depois de uma intervenção didática. Os resultados mostraram o potencial do método para categorizar resultados de aprendizagem em Química, por meio da análise de pares de mapas conceituais, empregando padrões fundamentados por critérios específicos.

Palavras chave: Padrões de aprendizagem. Ensino de química. Mapas conceituais. Resultados de aprendizagem.

Recibido: Mayo de 2021; aprobado: Junio de 2023

* Doutor em Informática na Educação. Instituto Federal Farroupilha (IFFar). Brasil. alexmazzuco@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4888-7005>.

** Doutora em Informática na Educação. Instituto Federal Farroupilha (IFFar). Brasil. alkrassmann@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7553-5518>.

*** Doutor em Informática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Brasil. eliseoreategui@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9710>.

**** Doutora em Informática na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Brasil. raquel.salcedo@ufrgs.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9497-513X>.

Abstract

The field of Chemistry is characterized by its abstract and conceptual essence, making it difficult to objectively identify learning results. The interest in investigations related to the use of different techniques to support this process is growing, since it can also contribute substantially to important aspects, such as the design of more effective teaching material and the alignment of pedagogical procedures. This paper proposes the use of concept maps for categorizing learning outcomes in Chemistry. A pilot study was conducted with the participation of four high school students. Concept maps produced before and after a pedagogical intervention were used in an attempt to identify patterns consistent with deep, superficial and non-learning categories. Results demonstrated the potential of concept maps to evaluate learning outcomes in Chemistry, employing standards based on specific criteria.

Keywords: Learning standards. Chemistry teaching. Conceptual maps. Learning outcomes.

Resumen

La disciplina Química se caracteriza por su esencia abstracta y conceptual, lo que dificulta la identificación objetiva de los resultados del aprendizaje. El interés por las investigaciones relacionadas con el uso de técnicas para apoyar este proceso es creciente, ya que también puede contribuir sustancialmente en aspectos importantes, como en el diseño de materiales didácticos más significativos y en la adecuación de procedimientos pedagógicos. Este trabajo propone el uso de mapas conceptuales para categorizar los resultados del aprendizaje en Química. Se realizó un estudio piloto con la participación de cuatro estudiantes de secundaria. En un intento por mostrar la incidencia de patrones consistentes con el aprendizaje profundo, superficial y no aprendizaje, se consideraron mapas conceptuales producidos antes y después de una intervención didáctica. Los resultados mostraron el potencial del método para categorizar los resultados del aprendizaje en Química, a través del análisis de pares de mapas conceptuales, por medio de patrones basados en criterios específicos.

Palabras clave: patrones de aprendizaje, enseñanza de la química, mapas conceptuales, resultados del aprendizaje.

1. Introdução

A aprendizagem de Química exige muito da capacidade de abstração conceitual do estudante, pois as explicações propiciadas para os fenômenos observados no “mundo real” são estabelecidas por propostas que abrangem interações submicroscópicas, como relações entre moléculas, átomos e partículas subatômicas (DE FARIAS et al., 2015). Nesse sentido, não somente o conteúdo impõe desafios aos alunos, mas o processo de acompanhamento e de avaliação da aprendizagem também se torna complexo.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de monitorar o processo de aprendizagem por meio da identificação de evidências de alterações em estruturas cognitivas (HAY, 2007; NOVAK, 2010a; JARVIS, 2012; KINCHIN, MÖLLITS, REISKA, 2019). Nesses estudos, assume-se que a identificação de mudanças nessas estruturas pode se tornar um importante elemento para a concepção de métodos de ensino mais específicos e direcionados a cada perfil de estudante, visto que, conforme BIGGS (1978), os alunos apresentam motivações e estratégias de aprendizagem singulares.

A aprendizagem, por sua vez, é influenciada pelo conhecimento prévio e somente será bem-sucedida caso o estudante consiga estabelecer relações entre os novos conceitos a serem aprendidos e os que já domina. Nesse sentido, em consonância com os argumentos da teoria da Aprendizagem Significativa, no momento em que se defronta com uma nova informação, o aluno procura incorporá-la à sua estrutura cognitiva relacionando-a a saberes anteriores (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978). Percebe-se, assim, que a estrutura cognitiva não é estática, permitindo que o aluno seja, progressivamente, capaz de ampliar seus conhecimentos (FREZZA, MARQUES, 2009).

De acordo com NOVAK (2010a), mapas conceituais podem ser empregados com a finalidade de apontar modificações na estrutura cognitiva. Considerando critérios pré-estabelecidos, são capazes de propiciar uma representação de resultados de aprendizagem.

Tais representações podem abranger desde evidências da existência de conhecimento prévio antes do evento de aprendizagem, até constatações de que o conhecimento construído após o evento seja significativo no domínio cognitivo prévio. Podem, ainda, envolver indicadores de integração ativa de novos conceitos aos antigos.

Assim, admitida a possibilidade de exteriorização de estruturas de conhecimento por meio de mapas conceituais, pode-se também proceder a essa análise estabelecendo gradações, como na proposta de HAY (2007). O autor classifica os resultados de aprendizagem em três níveis, a saber: aprendizagem profunda, aprendizagem superficial e não-aprendizagem.

Nesse contexto, análises qualitativas de mapas conceituais, mediante a comparação entre mapas concebidos antes e depois de eventos de aprendizagem, permitem gerar evidências de diferentes estados de conhecimento. Com este propósito, análises e avaliações qualitativas são aplicadas em diversas áreas do conhecimento, como nas Ciências Biológicas (KINCHIN, 2000) e na Química (FRANCISCO et al., 2002). Esta, por sua vez, é considerada complexa, pois explora um grande número de princípios e definições abstratas, exigindo, para sua compreensão, que os estudantes entendam múltiplos conceitos e ideias inter-relacionados (BURROWS, MOORING, 2015).

A área de ensino em Química, assim como outras áreas da educação científica, também pode se beneficiar de métodos capazes de revelar modificações nas estruturas cognitivas dos estudantes. A análise destas modificações por meio do monitoramento de resultados de aprendizagem pode apoiar o desenvolvimento de estratégias que possibilitem um melhor acompanhamento dos processos de construção de conhecimento. Nesse cenário, esta pesquisa objetiva verificar de que maneira a análise de mapas conceituais, utilizando padrões específicos (HAY, 2007), pode permitir a categorização de resultados de aprendizagem em Química, evidenciando a ocorrência de aprendizagem profunda, aprendizagem superficial e não-aprendizagem.

2. Mapas conceituais

Muitas das teorias cognitivas de aprendizagem pressupõem que a inter-relação de conceitos é uma propriedade essencial do conhecimento, sendo que seus elementos se tornam cada vez mais interconectados conforme a experiência em um domínio é ampliada. Admitindo-se que o conhecimento em determinado campo seja organizado em torno de conceitos centrais por meio de uma estrutura altamente integrada, essa propriedade organizacional, que pode representar a estrutura cognitiva do indivíduo, pode ser capturada utilizando-se representações estruturais como mapas conceituais (RUIZ-PRIMO, SHAVELSON, 1996).

Estes mapas são compostos de nós que correspondem a termos importantes (significando conceitos) no domínio, conectados com setas rotuladas para designar a relação entre eles (NOVAK, 2010a; KAYE, KIM, 2023). As conexões rotuladas entre nós são chamadas de links e, cada composição “nó-link-nó” produz uma proposição, que pode ser interpretada como uma expressão significativa independente. Assim, como as proposições podem estar dispostas nas mais diversas formas, permitem representar o conhecimento de maneira mais flexível e não linear (KINCHIN et al., 2019; KRIEGLSTEIN et al., 2022). Diferentes terminologias têm sido utilizadas com o propósito de definir um mapa conceitual. Por exemplo: tipo de diagrama empregado como ferramenta para a realização de pesquisas (CONCEIÇÃO, SAMUEL, YELICH BINIECKI, 2017); meio de representação visual de estruturas cognitivas (HAY, 2007); ou ainda, instrumento de avaliação de aprendizagem (KINCHIN, 2000; PESTANA et al., 2023).

De acordo com KILIC, ÇAKMAK (2013), um dos campos que pode se beneficiar do uso de mapas conceituais é o ensino de Química. Para comprovar esse potencial, os autores definiram sua aplicabilidade em quatro categorias procedimentais. A primeira é como método de aprendizado, em que os mapas conceituais auxiliam o aprendizado de Química nas salas de aula e nos laboratórios, permitindo que os estudantes pensem com profundidade, ajudando-os

a compreender e a organizar melhor o que aprendem, bem como a representar informações e recuperá-las com maior eficiência.

A segunda é como método de ensino, sugerindo que os mapas conceituais são importantes instrumentos para os professores, pois fornecem subsídios visuais em relação à compreensão e aos conceitos dos alunos, permitindo observar o quanto um estudante entende de Química pela análise das características de seu mapa conceitual. A terceira categoria é como método de planejamento, pressupondo apoiar especialistas no desenvolvimento de currículos, pois os mapas partem dos conceitos mais gerais e inclusivos para as informações mais específicas. Podem contribuir tanto para relacionar inúmeras ideias em um formato de unidade, tornando a instrução “conceitualmente transparente” para os alunos, quanto para planejar instruções interdisciplinares, desenvolvendo um programa compatível e congruente. Por fim, a quarta categoria em que mapas conceituais se aplicam é como método de avaliação da aprendizagem, enquanto instrumento eficiente para avaliações de desempenho. O estudante pode, por exemplo, receber um conjunto de conceitos desvinculados com os quais necessita construir um mapa, ou ser desafiado a produzir um mapa conceitual após o ensino de algum um tópico, a fim de analisar sua compreensão conceitual. Outros autores também corroboram a potencialidade do uso de mapas conceituais para avaliação no ensino de Química, como BURROWS, MOORING (2015); PAREEK (2015) e EKINCI, ŞEN (2020). Outro autor que propõe o uso de mapas conceituais como método de categorização dos níveis de aprendizagem é HAY (2007), cuja abordagem é adotada neste trabalho.

3. Aprendizagem profunda, superficial e não-aprendizagem

A teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978) propõe difundir as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados. A teoria distingue entre o aprender de forma mecânica e o aprender de forma significativa.

Quando o estudante aprende mecanicamente, nenhum esforço é realizado para relacionar novas concepções às ideias relevantes existentes em sua estrutura cognitiva. Por outro lado, na aprendizagem significativa, o aprendiz integra de forma substantiva, em sua estrutura cognitiva, novos conceitos e proposições com ideias relevantes já existentes (NOVAK, 2010b).

Assim, de acordo com BURROWS, MOORING (2015), para que seja permitida a construção do conhecimento dos estudantes de forma significativa, três componentes são cogentes: primeiro, o aluno deve possuir algum conhecimento prévio (e relevante) para ancorar novos conhecimentos; segundo, o material a ser utilizado deve ser potencialmente significativo para si mesmo e; terceiro, o estudante deve optar por incorporar, de maneira não arbitrária, o conhecimento presente no material ao seu conhecimento prévio (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978; NOVAK, 2010b).

No entanto, caso a aprendizagem significativa não ocorra, a aprendizagem mecânica terá precedência (HAY, 2007). Como consequência dessa simples memorização, os estudantes não conseguirão conectar efetivamente as novas informações ao conhecimento prévio. Dessa forma, a aprendizagem ocorre de maneira totalmente literal, o aluno aprende exatamente como foi proferido ou escrito, não havendo interpretação própria. Como resultado, o novo material é meramente memorizado, sendo facilmente esquecido (perdido) e incapaz de ser transferido (BRETZ, 2001).

Pode-se complementar a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica com as abordagens de JARVIS (2012), de forma análoga ao trabalho de HAY (2007). Para JARVIS (2012), a definição de aprendizagem significativa de NOVAK (2010a) baseia-se em evidências de mudança no conhecimento e compreensão individuais. JARVIS (2012) sugere que a aprendizagem pode ser verificada pela identificação de mudanças na estrutura do conhecimento individual. Na ausência dessas mudanças, não se pode considerar que tenha ocorrido aprendizagem.

A abordagem de HAY (2007), cuja estrutura foi concebida para definir a aprendizagem em níveis, foi planejada e desenvolvida no contexto de aprendizagem profunda (provinda da aprendizagem significativa) e aprendizagem superficial (derivada da aprendizagem mecânica), sendo complementada pelo conceito de não-aprendizagem de JARVIS (2012). Ainda, com o intuito de realizar a adequada distinção e tipificação de profundidade, superfície e não-aprendizagem, critérios específicos são utilizados.

Para a classificação da aprendizagem nestes níveis, são consideradas alterações de estruturas cognitivas representadas visualmente por mapas conceituais. Desse modo, possibilita-se a exposição de estruturas de conhecimento, objetivando sua comparação em diferentes estágios do processo de instrução, com a intenção de identificar mudanças que indiquem aprendizagem, bem como a análise de seu grau.

Há inúmeros trabalhos relacionados ao uso de mapas conceituais na tentativa de expressar modificações de estruturas cognitivas, como KINCHIN (2008); EKINCI, ŞEN (2020); KINCHIN, MÖLLITS, REISKA (2019); NOVAK (2010a), REISKA, SOIKA, CAÑAS (2018); YILDIRIR (2020), e BARTA et al. (2022). Alguns são direcionados a áreas específicas do conhecimento, como o de KINCHIN (2000), voltado à aplicação de mapas conceituais no processo de aprendizagem nas Ciências Biológicas ou, ainda, os trabalhos de BOUJAOUDE, ATTIEH (2008) e de BURROWS, MOORING (2015), direcionados à área de Química. O trabalho de HAY (2007) distingue-se destes por propor uma metodologia de classificação da aprendizagem em níveis, possibilitando o emprego de mapas conceituais para a análise de mudanças de estruturas cognitivas de maneira sistemática. Assim, no contexto desta pesquisa, essa metodologia é utilizada considerando um Recurso Educacional Digital (RED) em Química.

3. Procedimentos metodológicos

O propósito deste estudo reside na identificação dos resultados de aprendizagem na disciplina de

Química, por meio da aplicação de mapas conceituais. Isso implica na consideração dos padrões de aprendizagem profunda, aprendizagem superficial e não-aprendizagem, como categorizados por HAY (2007). Nesse sentido, foi empreendida uma pesquisa empírica, abrangendo a coleta de dados qualitativos. Tal abordagem visou propiciar uma compreensão minuciosa do processo subjacente à construção do conhecimento em Química.

A pesquisa teve como base o emprego de um Recurso Educacional Digital elaborado com o sistema MMAR – *Molecular Modeling with Augmented Reality* (MAZZUCO, 2017; MAZZUCO et al., 2018), projetado e desenvolvido para apoiar o aprendizado de estruturas moleculares tridimensionais. O RED foi utilizado por quatro estudantes do ensino técnico integrado ao ensino médio durante cinco aulas. O estudo foi dividido em quatro etapas, conforme descrito a seguir.

a. Etapa 1 – Sujeitos da pesquisa

A pesquisa foi aplicada no âmbito da disciplina de Química, com alunos do terceiro ano do curso técnico em informática integrado ao ensino médio de uma instituição pública de ensino, com faixa etária de 17 a 18 anos. As escolhas, em relação à instituição de ensino e ao curso, ocorreram por conveniência, como disponibilidade e acesso. Já a preferência pelo terceiro ano resultou da orientação do professor titular da disciplina de Química, por contemplar tópicos que envolviam a observação e a análise molecular 3D.

Inicialmente foi realizada uma reunião virtual entre o professor titular da disciplina e os pesquisadores, contemplando a apresentação e a contextualização do sistema MMAR. Também foi discutida e adaptada a proposta de aplicação do estudo piloto com um grupo de alunos. Em uma nova reunião, na semana seguinte, foi demonstrado ao professor o uso prático do sistema, no qual foram exemplificados os registros de moléculas, usuários e aulas.

Neste encontro, o professor propôs que a abordagem pudesse contemplar assuntos apresentados em aulas anteriores ministradas por ele. Assim, foram

elaboradas cinco aulas no sistema, adaptando o conteúdo anteriormente apresentado de maneira convencional em sala de aula e incluindo moléculas similares às estudadas na disciplina. Cada aula foi planejada para ter 30 minutos de duração.

b. Etapa 2 – Concepção do recurso educacional digital

O RED foi planejado e elaborado utilizando o sistema MMAR. Foram registradas cinquenta e duas moléculas com suas respectivas descrições, imagens e arquivos X3D (padrão aberto para distribuir conteúdo 3D), divididas em cinco categorias, sendo seu nome o mesmo das aulas. Primeiramente, com a seleção e adequação do conteúdo ao sistema, foram criadas três aulas, denominadas: “Função Ácido Carboxílico”, “Função Aldeído” e “Função Cetona”. A Tabela 1 apresenta as informações relacionadas a cada aula, bem como o conteúdo discutido, a carga horária e os exemplos de moléculas utilizados.

Tabela 1. Lista de aulas criadas no sistema MMAR.

Aula	Conteúdo	Carga Horária	Exemplos de Moléculas
Função Ácido Carboxílico	Conceitos, aplicações, nomenclaturas e exemplos	30 min	Ácido 2,4,6-Trimetilbenzoico, Ácido Benzoico, Ácido Etanoico, Ácido Metanoico e Ácido Propanoico
Função Aldeído	Conceitos, aplicações, nomenclaturas e exemplos	30 min	3-Etilpentanal, 3-Hidroxiopropanal, Metanal, Nonanal e Pentanal
Função Cetona	Conceitos, aplicações, nomenclaturas e exemplos	30 min	2,4-Dimetilpentan-3-ona, 4-Metilpentan-2-ona, Cicloheptanona, Pentan-2-ona e Propanona
Proteína Hemoglobina	Contextualização	10 min	Proteína Hemoglobina
Vírus Ebola	Contextualização	10 min	Vírus Ebola

Fonte: Autores.

Na tentativa de demonstrar a complexidade da análise de moléculas maiores (com um grande número de átomos), foram acrescentadas duas aulas adicionais:

“Proteína Hemoglobina” e “Vírus Ebola”. Foram denominadas como “adicionais” porque não tinham sido inicialmente previstas na disciplina de Química. Assim, apenas uma breve contextualização (como a origem da molécula, número de átomos etc.) foi apresentada, contemplando uma carga horária de trabalho reduzida de 10 minutos para cada uma.

c. Etapa 3 – Condução do experimento

O estudo foi conduzido utilizando, inicialmente, 1 hora e 20 minutos do período de aula da disciplina de Química, estendendo-se por mais 1 hora e 20 minutos (após o horário de aula). Primeiramente, em sala de aula, o professor fez uma breve explicação do experimento, relacionando-o às aulas de Química já ministradas e convidando os alunos a participarem do estudo de forma voluntária (sem recompensa).

Quatro estudantes manifestaram interesse e foram conduzidos a um laboratório contendo dez microcomputadores do tipo all-in-one, onde foram recepcionados pelos pesquisadores. Foram então convidados a escolher, aleatoriamente, um computador. Após se acomodarem, foi explicado como o experimento seria conduzido. Foi distribuído um material impresso aos estudantes, contendo informações referentes a mapas conceituais, como: definições, aplicações, forma de elaboração e exemplos. Apesar de todos já conhecerem os mapas, o material foi explicado e complementado pela demonstração de como os conceitos podem ser organizados graficamente e de maneira hierárquica (conceitos mais inclusivos na parte superior, com detalhes e exemplos na parte inferior). Argumentou-se que os mapas podem servir de recurso visual para representar o conhecimento e compreensão que eles próprios têm sobre determinado assunto.

Na sequência, foram abordados os primeiros três tópicos “Função Ácido Carboxílico”, “Função Aldeído” e “Função Cetona”. Solicitou-se então que cada aluno escolhesse o tópico com o qual tivesse maior familiaridade, para elaborar o primeiro mapa conceitual. Reservaram-se 20 minutos para essa

tarefa. Para desenhar os mapas conceituais, os estudantes utilizaram caneta e papel. Posteriormente, os estudantes foram convidados a acessar o sistema MMAR, sendo direcionados para a seção “Minhas Aulas”. Os alunos permaneceram livres para explorar o conteúdo de cada aula. Ao utilizarem essa interface, foi solicitado aos estudantes que respondessem perguntas como: “Liste as funções orgânicas desta molécula”, “Identifique os grupos funcionais presentes nesta molécula”, “Escreva a fórmula molecular dos compostos desta molécula” e “Escreva o nome dos compostos que apresentam apenas um grupo funcional”.

Após essa atividade, os alunos foram convidados a sair do sistema, desligar os computadores e, individualmente, elaborar um segundo mapa conceitual sobre o mesmo assunto escolhido para o primeiro mapa. Mais uma vez, foram reservados 20 minutos para essa tarefa.

d. Etapa 4 – Metodologia de análise de dados

Com o objetivo de estabelecer critérios para diferenciar os níveis de aprendizagem, foram adotadas as definições de HAY (2007), descritas na Tabela 2. No estudo realizado, cada aluno elaborou dois mapas conceituais, um prévio e um posterior às aulas desenvolvidas com o apoio do RED. A análise desses mapas foi baseada na comparação das estruturas dos mapas conceituais elaborados pelo mesmo aluno, antes e depois do período de aprendizagem, considerando os critérios apresentados na Tabela 2. Conceitos vinculados a setas, mas sem declarações explicativas (rótulos), foram tratados como ausência de vínculo e proposições que não puderam ser compreendidas pelos pesquisadores foram descartadas.

4. Resultados e discussão

Os critérios propostos por HAY (2007) e utilizados nesta pesquisa são fundamentalmente dirigidos a: evidenciar a inclusão (ou não) de novos conceitos ao conhecimento prévio dos estudantes; observar a forma como os conceitos foram vinculados entre si

Tabela 2. Critérios para classificação dos tipos de aprendizagens.

Aprendizagem Profunda	
1	O segundo mapa deve mostrar os conceitos recém-aprendidos (que não foram incluídos no primeiro) e as concepções originais (anteriores).
2	O segundo mapa deve mostrar que o novo conhecimento foi vinculado ao conhecimento anterior de forma significativa (ou seja, as declarações de vinculação são válidas e explicativas, e fornecem evidências de significado no entendimento do autor do mapa).
3	A estrutura geral de conhecimento do segundo mapa apresenta uma melhoria significativa em relação ao primeiro (isto é, mostra melhor organização, maior vínculo e mais rica exposição de significado).
Aprendizagem Superficial	
4	O segundo mapa deve mostrar um número significativo de conceitos recém-introduzidos (que não eram evidentes no primeiro), mas eles não são integrados ao conhecimento prévio por meio de vinculação a conceitos que são persistentes do primeiro ao segundo mapa.
5	O segundo mapa deve conter novos conceitos, mas a ligação conceitual do mapa como um todo não será aumentada como resultado.
6	O segundo mapa não apresenta uma melhoria significativa em relação ao primeiro, seja em termos de riqueza estrutural (com ligações) ou capacidade de explicação (com significados).
Não-Aprendizagem	
7	Persistência do conhecimento prévio do primeiro mapa para o segundo.
8	Falta de evidência de reorganização significativa das estruturas conceituais de um mapa para o outro.
9	Ausência de conceitos recém-introduzidos no segundo mapa.
10	Ausência de links recém-desenvolvidos no segundo mapa.
11	Ausência de exposições de significado recém-desenvolvidas entre as instruções de vinculação.

Fonte: Autores.

e conectados ao conhecimento prévio; identificar melhorias significativas na construção do segundo mapa conceitual com relação ao primeiro. Como o autor não considera o fator tempo na identificação de episódios com diferentes níveis de aprendizagem, compreendeu-se apropriada a utilização do método mesmo se tratando de um estudo desenvolvido num período relativamente curto (2 horas e 40 minutos). Neste intervalo, é aceitável que ocorram mudanças nas estruturas cognitivas dos participantes, envolvendo ligações fortes e suficientemente organizadas, para caracterizá-las como Aprendizagem Profunda.

Da mesma forma, é possível que também ocorram mudanças que caracterizem a Aprendizagem Superficial ou, ainda, a Não-Aprendizagem.

Foram coletados oito mapas conceituais, compondo quatro pares, com as iniciais dos estudantes: “G.S.”, “L.V.”, “L.S.” e “M.S.”. Para elaborá-los, os alunos usaram caneta e papel e, na maior parte dos casos, ocuparam a totalidade de uma folha A4. No entanto, para melhorar sua visualização neste artigo, optou-se por reproduzi-los utilizando o software CmapTools. Todos os mapas foram detalhadamente descritos, buscando-se aproximá-los ao máximo dos originais, com as mesmas disposições espaciais dos conceitos e dos links, bem como sua **transcrição *ipsis litteris***. Duas alterações, contudo, foram acrescentadas para auxiliar na análise: a coloração preta para identificar o conceito principal e a tonalidade cinza para destacar os novos conceitos. A seguir são descritos episódios de aprendizagem profunda, superficial e não-aprendizagem, apresentados nessa ordem.

a. Aprendizagem profunda

O primeiro mapa, do aluno com iniciais “G.S.”, apresenta sete conceitos para explicar o assunto “Cetona”, sendo que “prefixo + infixo + sufixo” e “carbonila” tiveram um importante papel organizacional, com detalhes resumidos (“1º Mapa”, Figura 1). Entretanto, o primeiro conceito está incompleto, visto não ser possível definir a nomenclatura somente por meio de “an] en] in]” e suas representações; já o segundo apresenta somente o grupo funcional “C=O” para sua explicação. De forma geral, o primeiro mapa permite observar uma exposição trivial do tópico principal “Cetona”, fornecendo apenas uma breve descrição. Além disso, os detalhes reduzidos de “prefixo + infixo + sufixo” sugerem que este aluno possuía um conhecimento prévio do assunto, mas seu entendimento não era profundo.

Após a realização das atividades com o uso do sistema MMAR, o segundo mapa tornou-se mais explicativo (Figura 1, “2º Mapa”), manifestando conhecimento melhor estruturado. Assim, é possível corroborar a ideia de BRETZ (2001), de que a

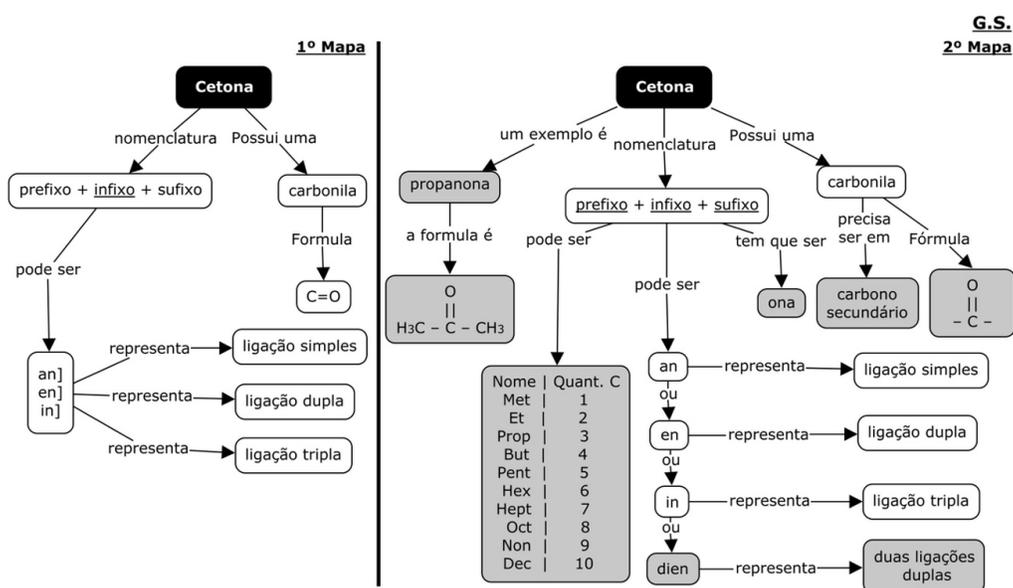


Figura 1. Mapas conceituais “G.S.”.

Fonte: Os Autores.

aprendizagem será bem-sucedida somente quando o processo educativo proporcionar experiências que vão além da simples leitura de conceitos, abrangendo diferentes tipos de projetos e experimentos tecnológicos. Neste mapa, foram esboçados dezesseis conceitos para descrever o tópico “Cetona”. O conteúdo explicativo foi significativamente aprimorado, e o aluno demonstrou uma compreensão mais abrangente do assunto, relacionando-se com o conceito de aprendizagem significativa de AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1978) e NOVAK (2010a), em que as novas informações (novos conhecimentos, em cinza) associaram-se de forma não arbitrária e substantiva (não literal) à sua estrutura cognitiva. É possível, além disso, observar, na Figura 1, 2º mapa, que o conceito “prefixo + infixo + sufixo” foi expandido, permitindo a correta compreensão da nomenclatura da função “Cetona”. Foi acrescentado um novo conceito contendo todas as definições relacionadas ao prefixo, bem como o conceito “ona”, condizente ao sufixo. Para explicar o infixo, foi adicionado à lista o conceito “dien”, que representa duas ligações duplas. O conceito “carbonila” também foi melhorado, o grupo funcional “C=O” foi representado de forma mais detalhada (o “C”

possuindo mais duas ligações), sendo acrescentado o conceito “carbono secundário”, com o rótulo “precisa ser em”. Outro aspecto importante é a presença do conceito “propanona” e sua fórmula estrutural, que representam um exemplo do assunto principal. Assim, os critérios 1, 2 e 3 da Tabela 2 foram atendidos pelo mapa elaborado pelo aluno com iniciais “G.S.”, sugerindo um padrão de aprendizagem profunda. Observa-se, ainda, a alteração do quantitativo de informações entre o primeiro e o segundo mapa, com um acréscimo de sete para dezesseis conceitos. Isso permite expor não somente a complexidade da disciplina, que envolve tópicos e definições abstratas, mas também demonstra que, para a compreensão destes, não basta o entendimento individual de conceitos, mas a necessidade de inter-relacioná-los de forma significativa, como afirmam BOUJAOUDE, ATTIEH (2008) e BURROWS, MOORING (2015).

Os mapas conceituais com iniciais “M.S.” (Figura 2) apresentam características semelhantes aos mapas com iniciais “G.S.”, permitindo também observar um padrão de aprendizagem profunda. No primeiro mapa, foram utilizados nove conceitos, na tentativa de explicar o assunto “Ácido Carboxílico”,

basicamente abordando: um exemplo de “participação de reação orgânica de transesterificação”; um conceito contendo sua formação “Carbonila + Hidroxila”; um esclarecimento mais detalhado, com quatro conceitos, referente à “parte apolar e polar” e; por fim, uma nomenclatura reduzida à terminação “óico”.

No segundo mapa conceitual do aluno “M.S.” (Figura 2), estão presentes dezesseis novos conceitos, mostrando uma compreensão mais abrangente e completa do assunto. Para explicar a formação do “Ácido Carboxílico”, foram inseridos quatro conceitos, sendo que “Carbonila + Hidroxila” foi dividido em dois (“Carbonila” e “Hidroxila”) e, realocados para as extremidades da árvore. Da mesma forma, foi acrescentado o conceito “Cadeia” e, logo abaixo, outros seis, para definir seu tipo. Já a explicação limitada da nomenclatura, formada somente com a terminação “óico” (no primeiro mapa), foi resolvida com a inclusão do conceito “Ácido + Prefixo + infixo + óico” e, de outros três vinculados a este. Assim, observa-se que a nomenclatura foi detalhadamente apresentada no segundo mapa, com a especificação do prefixo, relacionado ao número de carbonos e, com o infixo associado ao número de ligações, sendo complementada por exemplos. Portanto, a adição e a organização dos novos conceitos sugerem indícios de um padrão de aprendizagem profunda do aluno “M.S.”, na medida em que a

estrutura geral de conhecimento do segundo mapa apresenta uma melhoria significativa em relação ao primeiro (HAY, 2007). Dessa forma, como nos mapas com iniciais “G.S.”, é admissível aproximar-se do conceito de aprendizagem significativa de AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1978) e NOVAK (2010a). É possível, do mesmo modo, associar as especificidades dos mapas conceituais com iniciais “G.S.” e “M.S.”, com a pesquisa de YILDIRIR (2020), que buscou determinar o estado das estruturas cognitivas de alunos do ensino médio sobre determinado argumento e conceitos relacionados. Como resultado, no trabalho do autor, foi observado que as estruturas cognitivas dos alunos evoluíram do pré-teste para o pós-teste realizado, havendo um aumento no número de termos apresentados pelos estudantes e de conexões entre eles. Observaram-se ainda mudanças na natureza dessas conexões. Semelhante ao estudo aqui apresentado, no trabalho de YILDIRIR (2020), a análise realizada sobre as mudanças nas estruturas cognitivas dos estudantes se aproxima dos conceitos de aprendizagem profunda aqui utilizados, na medida em que os alunos manifestaram indícios de associações consideráveis e significativas entre as palavras-estímulo em suas estruturas cognitivas. O principal diferencial, contudo, entre os mapas conceituais com iniciais “G.S.” e “M.S.”, encontra-se na retirada de um conceito (denominado “parte polar e apolar”), seguido de outros quatro conceitos

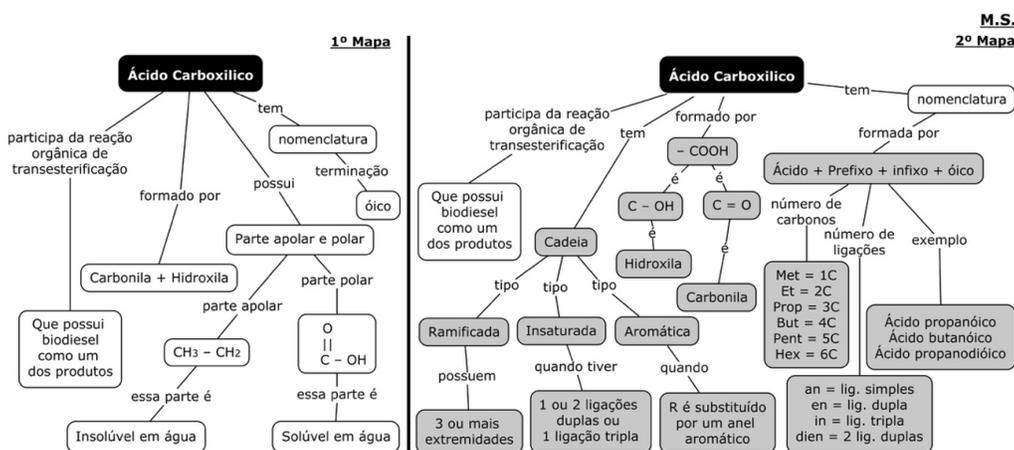


Figura 2. Mapas conceituais “M.S.”.

Fonte: Os Autores.

que explicam o primeiro (Figura 2, “2º Mapa”). Essa ausência de conceitos foi percebida no momento da entrega do segundo mapa, quando o aluno foi questionado sobre o motivo dessa remoção. O estudante informou que, mesmo os conceitos estando corretos, ele não encontrava razão para repeti-los, pois se tornaram “triviais”, diante dos novos conceitos aprendidos. Assim, também é possível inferir que essa “trivialidade” expressada pelo aluno seja um indício de aprendizagem significativa, visto que ele pode ter incorporado o assunto de modo tão substantivo à sua estrutura cognitiva que não sentiu mais necessidade de expor tais conceitos no mapa. Ratifica-se, dessa forma, a perspectiva de FREZZA, MARQUES (2009) em relação à constante mudança e desenvolvimento da estrutura cognitiva, admitindo que o aluno seja, progressivamente, capaz de ampliar seus conhecimentos.

b. Aprendizagem superficial

Os mapas conceituais com iniciais “L.S.” (Figura 3) apresentam sinais de aprendizagem superficial. No primeiro mapa, estão presentes oito conceitos exíguos, referentes ao tipo de cadeia, como “cadeia aberta”, “cadeia fechada”, “ramificada”, “saturada” e “insaturada”, bem como outros dois relacionados à quantidade de hidrogênio e ao equilíbrio dinâmico, na tentativa de explicar o conceito central “Função Cetona”.

Com exceção do rótulo “carboxila C=O”, é possível observar que o aluno não conseguiu adicionar conexões explicativas que teriam completado e enriquecido essa estrutura, evidenciando seu conhecimento apenas superficial sobre o conjunto de tópicos que constituem o assunto principal. Neste contexto, compreende-se que o aluno detinha pouco conhecimento relacionado aos princípios subjacentes necessários para que entendesse o assunto por completo ou de forma mais abrangente.

No segundo mapa do aluno “L.S.” (Figura 3, 2º Mapa), foram incluídos nove novos conceitos. Mas de modo semelhante ao que ocorreu na construção do primeiro mapa, a tentativa de explicar o assunto principal foi predominantemente sem vincular outras declarações. Assim, estes novos conceitos não foram integrados ao conhecimento prévio por meio de vinculação a conceitos persistentes do primeiro mapa (considerando que conceitos conectados por setas, mas sem rótulos, foram tratados como ausência de vínculo). Dessa forma, é possível aproximar-se da definição de aprendizagem mecânica de AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1978) e NOVAK (2010a), sendo possível, também, concordar com BRETZ (2001); KINCHIN (2000) e NOVAK (2010b) quanto ao fato de que uma das principais características deste tipo de aprendizagem é a memorização do conteúdo novo, o qual pode ser facilmente esquecido e dificilmente será transferido.

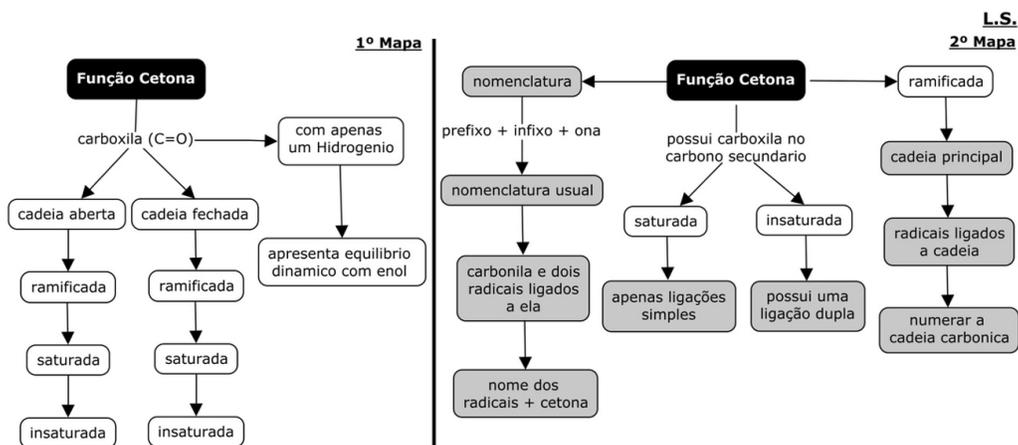


Figura 3. Mapas conceituais “L.S.”.
Fonte: Os Autores.

Ainda no segundo mapa do aluno “L.S.”, houve o acréscimo do conceito “nomenclatura” e, na tentativa de descrevê-lo, outros três foram incluídos, mas de forma breve e desconexa. Do mesmo modo, a intenção de especificar os conceitos “ramificada”, “saturada” e “insaturada”, tornou-se insuficiente. Assim, diferentemente das representações dos alunos “G.S.” e “M.S.”, o segundo mapa do estudante “L.S.” compreende novos conceitos. Porém, não traz melhorias estruturais expressivas em comparação ao primeiro, tampouco aumenta sua capacidade de explicação. Com base nesses aspectos, conclui-se que os mapas do aluno “L.S.” contemplem os itens 4, 5 e 6 da Tabela 2, caracterizando um padrão de aprendizagem superficial.

A identificação desse padrão de aprendizagem pode ser relacionada ao trabalho de REISKA, SOIKA, CAÑAS (2018), que empregou mapas conceituais para comparar as diferenças e mudanças no nível de compreensão interdisciplinar das Ciências entre alunos de escolas diferentes. Os resultados da pesquisa demonstraram que os mapas conceituais de alunos de uma escola onde a média dos resultados dos exames nacionais é alta não melhoraram expressivamente ao longo dos estudos no ensino médio. Isso indicava que, provavelmente, esses estudantes estavam mais próximos do nível “especialista”, com base nas competências definidas no currículo ou nas expectativas em sala de aula. Portanto, esses estudantes não se desenvolveram tanto quanto os alunos de escolas onde o resultado médio dos exames nacionais era inferior. Dessa forma, por não aprimorarem significativamente seus mapas conceituais, apresentaram evidências de um padrão de aprendizagem superficial.

c. Não-aprendizagem

Os mapas conceituais do aluno com iniciais “L.V.” (Figura 4) denotam a não-aprendizagem. O primeiro mapa apresenta uma descrição simplificada, contendo apenas cinco conceitos para explicar o tópico principal “Ácido Carboxílico”. Apesar de possuir vinculações, elas não possibilitam ilustrar

a adequada relação entre os conceitos. O conceito “Ácido Carboxílico” possui três ligações; a primeira com “Na produção de esteres orgânicos” e a segunda com “Compostos orgânicos que possuem o grupo carbonila ligado a um Grupo Carboxila”, conceitos que não apresentam outras conexões. A terceira ligação, com o conceito “Estiver ligado ao substituinte alquila ou arila”, é complementada por outros dois, na tentativa de exemplificar a criação do “Sal de ácido carboxílico”.

No segundo mapa conceitual do aluno “L.V.” (Figura 4, 2º Mapa), foram incorporados novos conceitos, totalizando doze. Aparentemente, poderia julgar-se haver uma tendência a apresentar características peculiares de um padrão de aprendizagem profunda, tendo em vista a presença de ligações rotuladas entre os novos conceitos e os que persistiram do primeiro mapa. Com uma análise mais aprofundada, contudo, observa-se que a estrutura organizacional não foi significativamente melhorada ou desenvolvida. Foi acrescentado apenas um conceito vinculado ao conceito “Na produção de esteres orgânicos”, na tentativa de exemplificar seu uso em produções. A ligação do conceito “Estiver ligado ao substituinte alquila ou arila” com “O grupo carbonila” e, a conexão deste com “Sal de ácido carboxílico” foram conservadas.

Observa-se ainda, na Figura 4, 2º Mapa, que três novos conceitos foram vinculados a “Compostos orgânicos que possuem o grupo carbonila ligado a um Grupo Carboxila”, mas que não permitem tornar compreensível o conceito “Ácido Carboxílico”. Isto ocorre devido ao grau de especificidade destes conceitos. Eles ilustram somente exemplos, como “Ácido de cadeia normal”, ligado a “Ácido butanoico” ou “Ácido com duas cadeias”, vinculado a “Ácido propanoico”. Possivelmente, o acréscimo de novos conceitos também permitiria evidenciar a ocorrência da aprendizagem superficial, seguindo uma perspectiva relacionada à aprendizagem mecânica de AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1978) e NOVAK (2010a).

No entanto, o segundo mapa conceitual (Figura 4) não pode ser considerado uma real evolução em

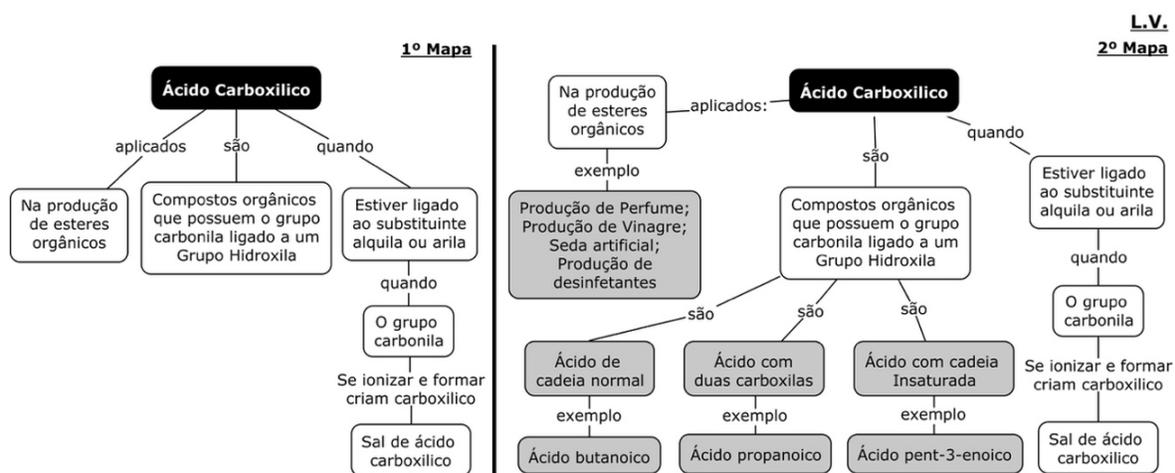


Figura 4. Mapas conceituais “L.V.”.

Fonte: Os Autores.

relação ao primeiro, pois, mesmo que tenham sido acrescentados novos conceitos, a relação e a associação conceitual não foi adequada, tampouco sua hierarquização ou quantidade de vínculos expuseram evidências de um padrão de aprendizagem significativa, como no caso dos mapas dos alunos “G.S.” e “M.S.”. A compreensão do aluno em relação ao conceito principal “Ácido Carboxílico”, de forma geral, foi ampliada, mas não mudou de maneira significativa. Portanto, para este aluno não foi possível identificar a ocorrência de aprendizagem superficial ou aprendizagem profunda.

Observam-se, assim, indícios de que os mapas do aluno com iniciais “L.V.” condizem com um padrão de não-aprendizagem, pois, alinhado às definições de HAY (2007), no segundo mapa, houve a persistência do conhecimento do primeiro, com ausência de evidências de reorganização significativa das estruturas conceituais. Ratifica-se, também, a concepção de JARVIS (2012), que sugere que só há evidência de aprendizagem quando mudanças são percebidas na estrutura do conhecimento prévio. Tal resultado permite traçar um paralelo com a pesquisa de EKINCI, ŞEN (2020), que objetivou exteriorizar, por meio de mapas conceituais, estruturas cognitivas de estudantes relacionadas à compreensão de estruturas atômicas. O referido estudo evidenciou que os alunos não conseguiram associar

apropriadamente conceitos para construir proposições ou para gerar novos significados relacionados à natureza do átomo. Deste modo, não houve indícios do padrão de aprendizagem profunda ou do padrão de aprendizagem superficial, levando à evidência de um padrão de não-aprendizagem.

Pesquisas anteriores também fizeram uso de mapas conceituais como meio para identificação de evidências de aprendizagem em áreas como a Matemática (DE ALMEIDA, FONTANINI, 2010), Física (MARTINS, LINHARES, REIS, 2009), Ciências (ROCHA, SPOHR, 2016), Cálculo (FERRÃO, MANRIQUE, 2014) e Estatística (ROBERTS, 1999). Do ponto de vista conceitual, estes estudos tiveram como foco a teoria da aprendizagem significativa, buscando evidências de ocorrências deste tipo de aprendizagem em mapas conceituais elaborados pelos estudantes. No estudo aqui apresentado, o foco foi um pouco distinto na medida em que as análises não foram fundamentadas estritamente no conceito da aprendizagem significativa de AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1978). Buscou-se, nas definições de HAY (2007), mostrar como os mapas conceituais poderiam ser utilizados na área de Química para categorizar os episódios de aprendizagem em 3 níveis, estabelecendo uma hierarquia que os próprios autores, em outro trabalho, chamaram de “qualidade da aprendizagem” (HAY, KINCHIN, 2008).

5. Considerações finais

Este trabalho teve o objetivo de identificar resultados de aprendizagem em Química por meio da análise de mapas conceituais produzidos pelos estudantes. Três padrões de aprendizagem foram considerados, de acordo com definições propostas por HAY (2007): padrões de aprendizagem profunda, aprendizagem superficial e não-aprendizagem.

Os resultados do estudo desenvolvido demonstraram o potencial do emprego de mapas conceituais na categorização dos resultados de aprendizagem dos estudantes. Por meio da identificação de mudanças na estrutura prévia de conhecimento apresentada por cada estudante, o método utilizado também possibilitou identificar o quão significativas foram essas mudanças.

As contribuições deste trabalho vão além de um cenário de apresentação e aplicação de um modelo distinto de classificação de resultados de aprendizagem em Química. Elas mostram a possibilidade de uso dos mapas conceituais para proporcionar um melhor entendimento da estrutura cognitiva dos estudantes em relação aos assuntos estudados. Tal compreensão pode apoiar a elaboração de materiais didáticos e estratégias educacionais fundamentadas em um acompanhamento sistematizado dos processos de aprendizagem.

Este estudo faz parte de uma pesquisa maior, que tem como objetivo o desenvolvimento de tecnologia educacional para apoio ao ensino e aprendizagem em Química. Os resultados desta etapa da pesquisa permitiram formalizar procedimentos de coleta e análise de dados no que diz respeito ao processo de aprendizagem dos estudantes. Em trabalhos futuros, estes procedimentos serão empregados para avaliar em que medida os recursos tecnológicos desenvolvidos contribuíram no processo de aprendizagem dos participantes da pesquisa. Também, estima-se relevante, em futuros estudos, considerar espaços de tempo maior entre uma atividade e outra, possibilitando a identificação de resultados de aprendizagem mais duradouros.

As principais limitações do estudo aqui apresentado

estão relacionadas fundamentalmente ao número de participantes envolvidos, o que poderia implicar em questionamentos relacionados à possibilidade de generalização de resultados. Observa-se, no entanto, que a análise realizada cumpriu o objetivo de mostrar o potencial do emprego de mapas conceituais para categorizar os níveis de aprendizagem dos estudantes em Química, sem que se tivesse que trabalhar com um número maior de participantes.

6. Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view** (2nd. ed.). Holt Rinehart and Winston. New York: USA. 1978.
- BARTA, A.; FODOR, L. A.; TAMAS, B.; SZAMOSKOZI, I. The development of students' critical thinking abilities and dispositions through the concept mapping learning method—A meta-analysis. **Educational Research Review**, v. 37, art. 100481. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100481>
- BIGGS, J. B. Individual and group differences in study processes. **British Journal of Educational Psychology**, London, v. 48, n. 3, pp. 266-279. 1978. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1978.tb03013.x>
- BOUJAOUDE, S.; ATTIEH, M. The effect of using concept maps as study tools on achievement in chemistry. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, Philadelphia, v. 4, n. 3, pp. 233-246. 2008 <https://doi.org/10.12973/ejmste/75345>
- BRETZ, S. L. Novak's theory of education: Human constructivism and meaningful learning. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 78, n. 8, p. 1107. 2001. <https://doi.org/10.1021/ed078p1107.6>
- BURROWS, N. L.; MOORING, S. R. Using concept mapping to uncover students' knowledge structures of chemical bonding concepts. **Chemistry Education Research and Practice**, Cambridge, v. 16, n. 1, pp. 53-66. 2015. <https://doi.org/10.1039/c4rp00180j>
- CONCEIÇÃO, S. C. O., SAMUEL, A.; YELICH BINIECKI, S. M. Using concept mapping as a tool for conducting research: An analysis of three approaches. **Cogent Social Sciences**, London, v. 3, n. 1, art. 1404753. 2017. <https://doi.org/10.1080/23311886.2017.1404753>

- DE ALMEIDA, L. M. W.; FONTANINI, M. L. C. Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática: uma investigação usando mapas conceituais. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, pp. 403-425. 2010.
- DE FARIAS, F. M. C.; DEL-VECCHIO, R. R.; CALDAS, F. R. R.; GOUVEIA-MATOS, J. A. de M. Construção de um modelo molecular: uma abordagem interdisciplinar Química-Matemática no ensino médio. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 7, n. 3, pp. 849-863. 2015. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150043>
- EKINCI, S.; ŞEN, A. İ. Investigating grade-12 students' cognitive structures about the atomic structure: A content analysis of student concept maps. **International Journal of Science Education**, London, v. 42, n. 6, pp. 977-996. 2020. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1744045>
- FERRÃO, N. S.; MANRIQUE, A. L. O uso de mapas conceituais como elemento sinalizador da aprendizagem significativa em Cálculo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, pp. 193-216. 2014.
- FRANCISCO, J. S.; NAKHLEH, M. B.; NURRENBERN, S. C.; MILLER, M. L. Assessing student understanding of General Chemistry with concept mapping. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 79, n. 2, p. 248. 2002. <https://doi.org/10.1021/ed079p248>
- FREZZA, J. S.; MARQUES, T. B. I. A evolução das estruturas cognitivas e o papel do senso comum. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília, v. 2, n. 3, pp. 278-294. 2009. <https://doi.org/10.36311/1984-1655.2009.v2n3.583>.
- HAY, D. B. Using concept maps to measure deep, surface and non-learning outcomes. **Studies in Higher Education**, London, v. 32, n. 1, pp. 39-57. 2007. <https://doi.org/10.1080/03075070601099432>
- HAY, D.; KINCHIN, I. Using concept mapping to measure learning quality. **Education + Training**, England, v. 50, n. 2, pp. 167-182. 2008. <https://doi.org/10.1108/00400910810862146>
- JARVIS, P. **Paradoxes of learning: On becoming an individual in society**. (1st. ed.). Routledge. 2012.
- KAYE, M. P.; KIM, B. K. Promoting student success in the flipped online classroom: Learning and accountability through homework strategies. **Journal of Occupational Therapy Education**, Richmond, v. 7, n. 1, p. 10. 2023. <https://encompass.eku.edu/jote/vol7/iss1/10/>
- KILIC, M.; CAKMAK, M. Concept maps as a tool for meaningful learning and teaching in chemistry education. **International Journal on New Trends in Education and Their Implications**, Aydin, v. 4, n. 4, pp. 152-164. 2013.
- KINCHIN, I. M. The active use of concept mapping to promote meaningful learning in biological science. 353 p. (School of Educational Studies). School of Educational Studies, University of Surrey, Guildford. 2000.
- KINCHIN, I. M. The qualitative analysis of concept maps: Some unforeseen consequences and emerging opportunities. In: CAÑAS, A. J.; REISKA, P.; ÅHLBERG, M.; NOVAK J. D. (Eds.) **Concept Mapping: Connecting Educators Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping**. Tallinn, Estonia. Tallinn University and University of Helsinki. pp. 1-7. 2008.
- KINCHIN, I. M.; MÖLLITS, A.; REISKA, P. Uncovering types of knowledge in concept maps. **Education Sciences**, Basel, v. 9, n. 2, p. 131. 2019. <https://doi.org/10.3390/educsci9020131>
- KRIEGLSTEIN, F.; SCHNEIDER, S.; BEEGE, M.; REY, G. D. How the design and complexity of concept maps influence cognitive learning processes. **Educational Technology Research and Development**, Wien, v. 70, n. 1, pp. 99-118. 2022. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10083-2>
- MARTINS, R. L. C.; LINHARES, M. P.; REIS, E. M. Mapas conceituais como instrumento de avaliação e aprendizagem de conceitos físicos sobre mecânica do vôo. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1. 2009.
- MAZZUCO, A. E. R. MMAR: sistema web para modelagem molecular tridimensional utilizando realidade aumentada. 183 p. Dissertação de Mestrado profissional em Tecnologias Educacionais em Rede. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil. 2017,
- MAZZUCO, A. E. R.; KRASSMANN, A. L.; GARCIA, D. S.; BERNARDI, G. Molecular modeling with augmented

- reality (MMAR). **International Journal for Innovation Education and Research**, Dhaka, v. 6, n. 10, pp. 187-205. 2018. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol6.iss10.1178>
- NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. (2nd ed.). Routledge. Londres: UK. 2010a.
- NOVAK, J. D. Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. **Journal of e-Learning and Knowledge Society**. **Italian e-Learning Association**, Módena, v. 6, n. 3, pp. 21-30. 2010b. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/441>
- PAREEK, R. B. Concept maps in Organic Chemistry practicals. **World**, Ajmer, v. 3, n. 1, pp. 22-26. 2015. <https://doi.org/10.12691/wjce-3-1-3>
- PESTANA, S. C. C.; PEIXOTO, F.; ROSADO PINTO, P. Academic achievement and intrinsic motivation in higher education students: An analysis of the impact of using concept maps. **Journal of Applied Research in Higher Education**, London, v. 15, n. 3, pp. 663-680. 2023. <https://doi.org/10.1108/JARHE-09-2021-0352>
- REISKA, P.; SOIKA, K.; CAÑAS, A. J. Using concept mapping to measure changes in interdisciplinary learning during high school. **Knowledge Management & E-Learning: An International Journal**, Hong Kong, v. 10, n. 1, pp. 1-24. 2018. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2018.10.001>
- ROBERTS, L. Using concept maps to measure statistical understanding. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, London, v. 30, n. 5, pp. 707-717. 1999. <https://doi.org/10.1080/002073999287707>
- ROCHA, C. E. S.; SPOHR, C. B. O uso de mapas conceituais como instrumento didático para identificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, pp. 23-52. 2016.
- RUIZ-PRIMO, M. A.; SHAVELSON, R. J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. **Journal of Research in Science Teaching**, London, v. 33, n. 6, pp. 569-600. 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199608\)33:6%3C569::AID-TEA1%3E3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199608)33:6%3C569::AID-TEA1%3E3.0.CO;2-M)
- YILDIRIR, H. E. Secondary school students' initial and changes in cognitive structures of argument and related concepts. **International Journal of Research in Education and Science**, Konya, v. 6, n. 2, pp. 231-249. 2020.





DIFERENTES CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA QUE FUNDAMENTAM AS INVESTIGAÇÕES EM ETNOMODELAGEM NO BRASIL

DIFFERENT CONCEPTIONS OF MATHEMATICAL MODELLING THAT RAISE RESEARCH IN ETHNOMODELLING IN BRAZIL

DIFERENTES CONCEPCIONES DE MODELACIÓN MATEMÁTICA QUE APOYAN TEÓRICAMENTE LAS INVESTIGACIÓN EN ETNOMODELACIÓN EN BRASIL

Zulma Elizabete de Freitas Madruga^{✉*}

Cómo citar este artículo: Madruga, Z. E. F. (2023). Diferentes concepções de Modelagem Matemática que fundamentam as investigações em Etnomodelagem no Brasil. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 405-421. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19140>

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma discussão sobre as pesquisas em Etnomodelagem no Brasil, analisando as concepções de Modelagem Matemática que as embasam. Entende-se Etnomodelagem como uma proposta teórico-metodológica que se utiliza dos pressupostos da Etnomatemática, em consonância com os procedimentos da Modelagem Matemática, com o propósito de potencializar a aprendizagem nos diferentes níveis de escolaridade. Trata-se de uma pesquisa qualitativa na qual foi utilizado o mapeamento na pesquisa educacional como princípio metodológico, para selecionar e analisar pesquisa acadêmicas que abordam a Etnomodelagem. Como base de dados foram utilizados os seguintes repositórios: a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, o Google Acadêmico e Repositórios da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Destas buscas, resultaram 18 dissertações as quais são explicitadas neste artigo e analisadas com o olhar sobre as concepções de Modelagem Matemática que as fundamentam. Os resultados apontam que tais concepções apresentam duas direções: a Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica ou sociocultural; ou como estratégia/método de ensino com pesquisa. Foi possível perceber ainda que a concepção adotada não faz diferença quanto à aprendizagem dos estudantes, e que a Etnomodelagem é uma abordagem teórico-metodológica que pode configurar-se como uma concepção de Modelagem Matemática e de Etnomatemática.

Palavras chave: Educação Matemática, Estratégia de aprendizagem. Ensino, Pluralismo cultural.

Recibido: Febrero de 2022; aprobado: Julio de 2023

* Doutora em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Tendências da Educação Matemática (GEPTEMaC). Brasil. betemadruga@ufrb.edu.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1674-0479>.

Abstract

This article aims to present a discussion about research in Ethnomodelling in Brazil, analyzing the concepts of Mathematical Modelling that underlie them. Ethnomodelling is understood as a theoretical-methodological proposal that uses the assumptions of Ethnomathematics, in line with the procedures of Mathematical Modelling, with the purpose of enhancing learning at different levels of schooling. This is a qualitative research in which mapping in educational research was used as a methodological principle, to select and analyze academic research that addresses Ethnomodelling. The following repositories were used as the database: the Digital Library of Theses and Dissertations, the Theses and Dissertations Catalog of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, Google Scholar and Repositories of the Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) and Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). From these searches, 18 dissertations resulted, which are explained in this article and analyzed with a view to the concepts of Mathematical Modelling that underlie them. The results point out that such conceptions present two directions: Mathematical Modelling in the sociocritical or sociocultural perspective; or as a teaching strategy/method with research. It was also possible to perceive that the conception adopted does not make any difference in terms of students' learning, and that Ethnomodelling is a theoretical-methodological approach that can be configured as a conception of Mathematical Modelling and Ethnomathematics.

Keywords: Mathematics Education, Learning strategy, Teaching, Cultural pluralism.

Resumen

Este artículo presenta una discusión sobre las investigaciones en etnomodelación en Brasil, desde la cual se analizan los conceptos de modelación matemática que sustentan estas investigaciones. La etnomodelación se entiende como una propuesta teórico-metodológica que utiliza los presupuestos de la etnomatemática, en consonancia con los procedimientos de la modelación matemática, con el propósito de potenciar los aprendizajes en los diferentes niveles de escolaridad. Se trata de una investigación cualitativa en la que se utilizó como principio metodológico el mapeo en la investigación educativa, para seleccionar y analizar investigaciones académicas que aborden la etnomodelación. Como punto de partida, se recurrió a los siguientes repositorios: Biblioteca Digital de Tesis y Disertaciones, Catálogo de Tesis y Disertaciones de la Coordinación de Perfeccionamiento del Personal de Educación Superior, Google Scholar y Repositorios de la Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) y Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). De estas búsquedas resultaron 18 disertaciones, las cuales se explican y se analizan con miras a los conceptos de modelamiento matemático que las sustentan. Los resultados apuntan que esas concepciones plantean dos direcciones: la modelización matemática en la perspectiva sociocrítica o sociocultural, o como estrategia/método de enseñanza con investigación. También se percibió que la concepción adoptada no representa ninguna diferencia en cuanto al aprendizaje de los estudiantes, y que la etnomodelación es un enfoque teórico-metodológico que puede configurarse como una concepción de la modelación matemática y la etnomatemática.

Palabras clave: Educación Matemática, Estrategia de aprendizaje. Enseñanza, Pluralismo cultural.

1. Considerações iniciais

A ideia de relações estabelecidas entre a Modelagem Matemática e a Etnomatemática não é nova no Brasil. Aparece pela primeira vez sugerida por Ubiratan D'Ambrosio, na década de 1990, em seu livro "Etnomatemática", no qual comenta sobre a Modelagem Matemática, mostrando indícios dessa conexão (D'AMBROSIO, 1990).

Após, no Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática, que ocorreu no ano 2000, em sua conferência de título "Etnomatemática e modelagem", D'Ambrosio menciona que são como vinho e queijo, expressão que Milton Rosa e Daniel Orey usaram em 2003. Ainda neste evento, Maria Salett Biembengut apontou relações na conferência intitulada "Modelagem & Etnomatemática: pontos (in)comuns". BASSANEZI (2002 p. 208) em seu livro sobre Modelagem Matemática apresenta tais conexões quando afirma que:

Diferentes concepções de ensino de Matemática é consequência de diferentes concepções sobre a própria Matemática. Quando se assume a visão de Matemática como algo presente na realidade concreta, sendo uma estratégia de ação ou de interpretação desta realidade, se está adotando o que caracterizamos como uma postura de etno/modelagem.

Academicamente, ocorrerão discussões sobre as relações entre essas duas tendências da Educação Matemática, com pesquisadores contrários, a exemplo de SCANDIUZZI (2002), que publicou o artigo intitulado "Água é Óleo", no qual defende que estas tendências não devem ser utilizadas conjuntamente por serem distintas e não complementares. No ano seguinte, ROSA, OREY (2003) publicam na mesma revista o artigo de título "Vinho e Queijo" considerando a Etnomatemática e Modelagem Matemática como tendências complementares, defendendo que podem ser utilizadas conjuntamente, como destaca MADRUGA (2022).

Posteriormente a estas publicações, investigações que apresentam as relações entre essas duas tendências

começaram a ser mais frequentes no âmbito da Educação Matemática, e foram publicadas diversas produções, principalmente por ROSA, OREY (2006, 2014, 2017, 2018), entre outras obras. Além desses autores, outros realizaram investigações que vieram a corroborar com essas relações, como por exemplo a de CALDEIRA (2007), de MADRUGA (2014) e de MADRUGA, BIEMBENGUT (2016). Conforme essas obras, a conexão entre a Modelagem Matemática e a Etnomatemática ocorre por meio da Etnomodelagem, que pode ser considerada "uma abordagem metodológica alternativa, que tem como objetivo o registro das ideias, procedimentos e práticas matemáticas que são desenvolvidas em diferentes contextos culturais" (ROSA, OREY, 2017 p. 23).

A Etnomodelagem pode ser considerada o estudo das práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de distintos grupos culturais, por meio da modelagem (ROSA, OREY, 2018). Conforme estes autores, os procedimentos da Etnomodelagem incorporam as práticas matemáticas desenvolvidas e utilizadas nas diversas situações-problema do cotidiano dos membros destes grupos.

MADRUGA (2022) mostra algumas investigações baseadas nessa perspectiva: a) ALBANESE, PERALES (2014) - relações entre etnomatemática e modelagem estabelecidas na prática artesanal de corda de couro (soguera); e b) PRADHAN (2020) - artefatos culturais e sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática escolar; c) CADENA, LLUMIQUINGA (2022) - dados arqueológicos sobre os desenhos cerâmicos das culturas pré-colombianas do Equador. As investigações mencionadas corroboram com a argumentação de que pesquisa sobre os aspectos culturais da Matemática

[...] revelam ideias e práticas matemáticas sofisticadas que incluem princípios geométricos em trabalhos artesanais, conceitos arquitetônicos e práticas de produção de artefatos pelos membros de grupos culturais distintos. Esses procedimentos estão relacionados com as relações numéricas encontradas no cálculo, na medição, nos jogos, na navegação, na astronomia, na modelagem e em uma grande variedade

de procedimentos matemáticos e artefatos culturais. (ROSA, OREY, 2017 p. 35)

Para ROSA, OREY (2017, 2018), esse ponto de vista permite a exploração de ideias, noções, procedimentos e práticas matemáticas distintas, por meio da valorização e do respeito aos conhecimentos das pessoas, quando interagem com o próprio ambiente. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo apresentar uma discussão sobre a Etnomodelagem no Brasil, analisando as concepções de Modelagem Matemática que a embasam, na busca por responder a seguinte questão de pesquisa: Como a Etnomodelagem aparece no cenário brasileiro e quais as concepções de Modelagem Matemática a embasam?

1. Marco teórico

A Modelagem Matemática (MM), como ferramenta de ensino, “vem sendo difundida [...] por alguns estudiosos e professores de Educação Matemática, embora ainda existam divergências quanto a seu uso em sala de aula” (WEBER, PETRY, 2015, p. 2). Seja qual for a concepção adotada, acredita-se que esta pode contribuir com a aprendizagem dos estudantes, instigando-os a pesquisar, de preferência com temáticas que partam do contexto em que estão inseridos, e elaborar modelos. Para WEBER, PETRY (2015), a aprendizagem de Matemática ocorre quando há envolvimento entre os estudantes e o professor, e a MM proporciona esse envolvimento, desde a investigação da ação até o modelo.

Quando se utiliza a MM para elaboração de (etno) modelos que resultem da compreensão de situações matemáticas praticadas por um grupo cultural, conecta-se com a Etnomatemática. Conforme D’AMBROSIO (2020), a proposta do Programa Etnomatemática é recuperar o caráter humanístico, social e cultural da Matemática e de todas as áreas do conhecimento.

Em especial, falo em sentido amplo da Matemática como as capacidades próprias do ser humano de observar, classificar e ordenar, avaliar, medir e quantificar

e inferir. O objetivo maior de ativar essas capacidades é lidar com todos os problemas e situações do dia a dia e, ao mesmo tempo, compreender e explicar fatos e fenômenos da realidade no sentido mais amplo. (D’AMBROSIO, 2020, p. 153)

Compreender as maneiras (ticas) com que as pessoas explicam e resolvem seus problemas cotidianos (matema), nas mais diferentes culturas (etno), é a premissa da Etnomatemática, assim como a valorização das mais variadas culturas, da diversidade e a busca por uma Educação para a Paz. A Etnomodelagem compartilha dessas premissas, pois traz em seu bojo os pressupostos da Etnomatemática na concepção de D’AMBROSIO (2020), sugerindo “ticas” de “matema” a serem desenvolvidas em sala de aula (MADRUGA, 2022).

No entendimento de MADRUGA (2022), a Etnomodelagem é uma proposta metodológica que se utiliza dos conceitos de diversidade e cultura (etno) em consonância com a modelagem matemática (ticas), com o objetivo de potencializar a aprendizagem (matema), nos diferentes níveis de escolaridade. Dessa forma, a Etnomodelagem pode apresentar-se como uma concepção de Modelagem Matemática e também de Etnomatemática.

Conforme reflexões, fundamentadas em ROSA, OREY (2014, 2017, 2018) e MADRUGA (2022a, 2022b), e para além do que dizem esses autores, entende-se aqui a Etnomodelagem como uma abordagem teórico-metodológica, pois, por meio de técnicas ou métodos, é possível a apreensão de informações necessárias para articular com a dimensão teórica, gerando uma ação ou proposta pedagógica, considerada como um produto dessa relação entre método e teorias. Há uma profundidade intencionada e implicações no uso estratégias de produção de dados; para selecionar os sujeitos e os dados; e analisar esses dados em conformidade com a teoria.

A Etnomodelagem, enquanto abordagem teórico-metodológica, busca valorizar e compreender o conhecimento matemático local, traduzindo-o para uma linguagem acadêmica global. E expandindo a abrangência desse conhecimento para pessoas de

outras culturas ou espaços geográficos (glocal). Nesse ínterim, a Etnomodelagem pode ser compreendida como o estudo das práticas matemáticas desenvolvidas por membros de diferentes grupos culturais, por meio da modelagem matemática (ROSA, OREY, 2017). Assim, os procedimentos da Etnomodelagem envolvem práticas, saberes e fazeres matemáticos, utilizados para resolver situações-problemas enfrentadas no cotidiano desses grupos.

Para ROSA, OREY (2017), é preciso compreender os conhecimentos matemáticos oriundos das práticas sociais que estão enraizadas nas relações culturais. Nesse sentido, a Etnomodelagem estuda esse conhecimento matemático por meio de um “processo de interação que influencia os aspectos locais (êmico) e global (ético) de uma determinada cultura” (ROSA, OREY, 2017 p. 18).

A abordagem êmica busca a compreensão do comportamento dos indivíduos de determinada cultura e os seus costumes, e compreender, ainda, como essas pessoas mobilizam o conhecimento para realizar suas tarefas diárias; enquanto a abordagem ética procura analisar esse comportamento na busca por universalizá-lo por meio de um padrão (tradução). Segundo ROSA, OREY (2017 p. 20):

1) Abordagem Ética: está relacionado como o ponto de vista dos pesquisadores, investigadores e educadores em relação as crenças, os costumes e o conhecimento matemático e científicos desenvolvidos pelos membros de um determinado grupo cultural.

2) Abordagem Êmica: está relacionado ao ponto de vista dos membros de grupos culturais distintos em relação aos seus próprios costumes e crenças e também ao desenvolvimento de seus próprios conhecimentos científico e matemático.

Conforme ROSA, OREY (2017), a visão ética é a dos observadores externos de determinada cultura e possuem um ponto de vista considerado como culturalmente universal; e a visão êmica são dos indivíduos que estão imersos em um grupo cultural e possuem um ponto de vista culturalmente específico (ROSA, OREY, 2017).

Para os autores, a partir da compreensão de êmico e ético, os indivíduos de um determinado grupo (local) poderão agregar-se e dialogar com diversos grupos culturais distintos, por meio da transculturalidade. D’AMBROSIO (2020) afirma que:

A abordagem para discutir o conhecimento integrado deve ser transdisciplinar. E deve, naturalmente, contemplar a espécie humana em todos os tempos e espaços, ao longo da história e da ocupação geográfica do planeta. Deve, portanto, ser transcultural. Somos uma mesma espécie, evoluindo no tempo e ocupando espaços distintos. (p. 153)

Nesse sentido, “a transculturalidade pode assegurar a tradução do conhecimento adquirido pelos membros culturais distintos para os membros de outros grupos culturais por meio da Etnomodelagem” (ROSA, OREY, 2017 p. 18). Desse modo, a Etnomodelagem pode ser considerada uma abordagem metodológica alternativa, a qual procura sistematizar os conhecimentos matemáticos provenientes de diferentes grupos culturais, proporcionando que esse ultrapasse as barreiras culturais e ideológicas globais, contribuindo para o diálogo com membros de outras culturas. ROSA, OREY (2017 p. 19) afirmam que: “Os membros culturais distintos compartilham a própria interpretação de sua cultura (abordagem êmica) contrapondo com a interpretação providenciada pelos pesquisadores [...] e educadores que são alheias (abordagem ética) a essas manifestações”. Para ROSA, OREY (2018), é essencial que exista um diálogo entre as abordagens êmica e ética, denominada de abordagem dialógica (glocal), por meio da qual se pode compreender as influências culturais na elaboração dos etnomodelos, evidenciando a interdependência e a complementaridade entre o ‘êmico’ e o ‘ético’, através do dinamismo cultural. Neste artigo, aborda-se a utilização da Etnomodelagem, como oriunda da Etnomatemática e Modelagem Matemática. Mas cabe destacar que há pesquisas que apresentam outras Etnonociências, como a Etnobiologia, Etnoquímica e Etnofísica, as quais tem como principal objetivo, realizar diálogos

com os conhecimentos inerentes às culturas dos estudantes (FERREIRA AMORIM, BAPTISTA, 2020).

2. Percurso metodológico

Esta investigação é de abordagem qualitativa, conforme BOGDAN, BIKLEN (2010). Para levantamento, organização e análise dos dados, foi utilizado o Mapeamento na Pesquisa Educacional, de acordo BIEMBENGUT (2008), com o intuito de compreender o panorama atual das investigações que abordam Etnomodelagem no cenário Brasil. Para tanto, foram realizadas buscas nos repositórios: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), resultando 10 investigações quando se insere a palavra “etnomodelagem”, no entanto, algumas delas não dizem respeito à essa alternativa metodológica, obtendo-se como resultados as pesquisas de SONEGO (2009), CORTES (2017), PIMENTEL (2019), DUTRA (2020), MARTINS (2020), MESQUITA (2020), BARRETO (2021) e RODRIGUES (2021); Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), em que também com o termo “etnomodelagem”, foram encontrados cinco estudos, dos quais um trata sobre modelagem etnoecológica, descartado da análise desta pesquisa. Foram consideradas as investigações de SONEGO (2009), REGES (2013), CORTES (2017) e SANTOS (2020).

Por fim, o termo “etnomodelagem” foi inserido para buscas no *Google Acadêmico*, sendo nessa investigação considerados somente os resultados de pesquisas *strictu sensu*, descartando-se todos os artigos, sejam eles de eventos ou revistas, bem como as demais investigações de especialização e trabalhos de conclusão de curso que apareceram na busca. Dessa forma, foram encontradas as dissertações de ALTENBURG (2017), CORTES (2017), PIMENTEL (2019), EÇA (2020), DUTRA (2020), MARTINS (2020), MESQUITA (2020), SANTOS (2020), BARRETO (2021) e RODRIGUES (2021).

Ao perceber que a maioria das pesquisas são oriundas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), seguida pela Universidade Estadual de Santa Cruz

(UESC), foram realizadas buscas no Repositório Institucional da Universidade Federal de Ouro Preto (RIUFOP), onde foram encontradas mais cinco investigações: DELFIOL (2022), ROSA FILHO (2022), ROCHA (2023), SILVA (2023) e QUESADA SEGURA (2023); e no *site* do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da UESC, na qual foi encontrada a dissertação de JESUS (2023). Considerando que houve registro de uma mesma pesquisa em mais de um banco de dados, os resultados apontaram que, disponíveis nessas bases de dados até a escrita deste artigo, haviam 18 pesquisas, todas dissertações que tratam sobre Etnomodelagem no Brasil, conforme pode ser observado no Quadro 1, na seção a seguir. Na segunda etapa, essas pesquisas foram analisadas conforme as orientações de BIEMBENGUT (2008), no que tange ao mapa de análise.

3. Investigações brasileira que abordam a Etnomodelagem

A revisão sistemática de literatura, aqui denominada mapeamento mostrou que as pesquisas (dissertações) sobre esta temática estão crescendo, com o número expressivo de quatro pesquisas defendidas até maio de 2023. Há várias dissertações em andamento no Brasil, sendo que na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), estão sendo realizadas três investigações, orientadas pela autora deste artigo, que apresentam como temática: i) a cultura das rezadeiras; ii) o cultivo de cacau; iii) fabricação de tijolos em uma Olaria no Município de Governador Mangabeira -BA. As três investigações são fundamentadas na Etnomodelagem, e na concepção de MM como método de ensino com pesquisa.

Cabe destacar que ainda não há nenhuma tese publicada no Brasil. No entanto, sabe-se que existem três em andamento, sendo que uma delas é orientada pela autora deste artigo que trata sobre uma manifestação cultural do baixo sul do Estado da Bahia, Brasil – A Manifestação Cultural Zampiapunga à luz da Etnomodelagem: implicações para o ensino e aprendizagem de Matemática”.

Grande parte das investigações em Etnomodelagem no Brasil são oriundas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) – 10 investigações, orientadas pelos professores Milton Rosa ou Daniel Orey, seguido por três dissertações defendidas na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). As demais foram realizadas em diferentes universidades do Rio Grande do Sul (2), São Paulo (1), Tocantins (1) e Rio Grande do Norte (1).

Sabe-se que em Minas Gerais (UFOP) estão em andamento outras pesquisas de mestrado, vinculadas a grupos de pesquisa liderados pelos professores Milton Rosa e Daniel Orey (UFOP). Isso sem mencionar a produção de artigos que é crescente entre esses professores e seus orientandos, assim como demais autores interessados nessa temática.

No Quadro 1, podem-se observar as pesquisas publicadas sobre Etnomodelagem no Brasil, até o primeiro semestre de 2023.

Quadro 1. Investigações sobre Etnomodelagem no cenário brasileiro.

Autor (ano) Instituição	Título da investigação	Síntese da investigação
SONEGO (2009) UNIFRA	As contribuições da etnomodelagem matemática no estudo da geometria	Explorou o conteúdo de geometria espacial por meio do tema plantação de arroz. A autora conclui que o uso da Modelagem Matemática lhe possibilitou ser orientadora, motivadora e parceira dos estudantes que se tornaram agentes ativos na (re) construção do conhecimento.
REGES (2013) UFERSA	O ensino da geometria com enfoque na etnomodelagem	Explorou o conteúdo de geometrias do ponto de vista da indústria de alimento, fazendo paralelos com a produção de doces. Procurou verificar a construção do conhecimento de Geometria Espacial por meio de elementos socioculturais do cotidiano dos estudantes. O autor concluiu que a Modelagem Matemática e a Etnomatemática podem ser ferramentas eficazes, ao possibilitarem um ensino repleto de significados e possível de ser aplicado no cotidiano dos estudantes.

ALTERNBURG (2017) UFPEL	Contextualizando Cultura e Tecnologias: Um estudo etnomatemático articulado ao ensino de geometria	Desenvolveu o conhecimento da geometria plana a partir da cultura pomerana com o <i>software</i> GeoGebra. Os resultados apontaram que a Etnomatemática coopera para o desenvolvimento da Educação Matemática, e que o uso de computadores nas aulas de matemática favoreceu tanto a exploração de conceitos matemáticos, que auxiliaram na construção de conceitos do conteúdo, quanto para a motivação dos estudantes.
CORTES (2017) UFOP	Re-significando os conceitos de função: um estudo misto para entender as contribuições da abordagem dialógica da etnomodelagem	Buscou identificar como a abordagem dialógica da Etnomodelagem contribui para a ressignificação do conceito de função por estudantes do Ensino Médio em suas interações com um feirante e suas práticas laborais. O autor afirma que o uso de uma abordagem dialógica para o currículo em Etnomodelagem possibilita ao estudante a compreensão mais completa do objeto matemático.
PIMENTEL (2019) UFT	Etnomodelagem: uma abordagem de conceitos geométricos no cemitério de Arraias – TO	Buscou identificar etnomodelos matemáticos presentes na construção do muro do Cemitério e sua praça de acolhimento da cidade de Arraias –TO, proporcionando o conhecimento de parte da realidade local. A autora aborda elementos do contexto histórico de Arraias. Os etnomodelos matemáticos presentes na construção do muro do cemitério foram observados e relacionados com modelos matemáticos existentes.
DUTRA (2020) UFOP	Etnomodelagem e café: propondo uma ação pedagógica para a sala de aula	Procurou explicar como a aplicação da Etnomatemática, juntamente com a Modelagem, podem cooperar para o desenvolvimento de uma compreensão mais ampla dos conteúdos matemáticos e geométricos, por meio de uma ação pedagógica fundamentada na Etnomodelagem. Essas ações relacionam-se com a cultura cafeeira de uma cidade do estado de Minas Gerais. A autora afirma que os estudantes desenvolveram ferramentas matemáticas necessárias para possibilitar influenciar sua própria realidade, transformando-a com vistas a atingir um bem coletivo, assim como melhorar a qualidade de vida de suas comunidades.

EÇA (2020) UESC	Formação continuada à luz da Etnomodelagem: implicações para o desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática	Buscou investigar as possíveis implicações que uma formação continuada, fundamentada na Etnomodelagem, pode trazer para o desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática. Os resultados apontaram para contribuições significativas da formação, pois promoveu um ambiente propício para a aprendizagem e desenvolvimento profissional dos professores que lidam com estudantes oriundos da zona rural, ao vivenciarem situações que podem ser desenvolvidas em sala de aula, a fim de valorizar os saberes não contemplados no currículo escolar.	BARRETO (2021) UFOP	Um estudo qualitativo para entender a ação pedagógica da etnomodelagem com alunos de comunidades rurais e urbanas	Verificou como a abordagem dialógica da Etnomodelagem poderia contribuir para o desenvolvimento de uma relação de proximidade entre os conhecimentos matemáticos locais de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, provenientes da zona rural e urbana. Os resultados mostraram que os estudantes se conscientizaram sobre a conexão entre os saberes e fazeres cotidianos realizados por familiares e praticados em suas comunidades com o conhecimento matemático estudado na escola, possibilitando a aproximação da família e propiciando a valorização e o respeito às diferenças culturais.
MARTINS (2020) UFSCAR	Etnomodelagem: modelagem matemática no interior de uma comunidade rural sustentável	Discutiu como a Etnomodelagem possibilitou a identificação dos saberes presentes nos modelos construídos em uma comunidade rural, bem como problematizou o discurso científico hegemônico institucionalizado pela Matemática acadêmica. Realizou uma conexão dos aspectos culturais, como a elaboração dos problemas e questionamentos que fazem parte da realidade dos indivíduos da comunidade rural.	RODRIGUES (2021) UFOP	Explorando a perspectiva de pesquisadores e participantes de trilhas de matemática sobre a (re)descoberta do conhecimento matemático fora da escola: um estudo qualitativo em etnomodelagem	Investigou como a perspectiva de pesquisadores e participantes de trilhas de matemática poderiam contribuir para o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática em uma perspectiva Etnomatemática por meio da Etnomodelagem. Para isso entrevistou dois pesquisadores nacionais e três internacionais, que investigam sobre e seis ex-alunos de um Mestrado Profissional em Educação Matemática. Os resultados apontaram ser necessário que os membros da comunidade escolar desenvolvam ações pedagógicas diferenciadas para que os estudantes possam compreender que os conhecimentos escolares matemáticos e geométricos estão relacionados com aspectos socioculturais das comunidades locais.
MESQUITA (2020) UFOP	Uma análise sociocrítica da etnomodelagem como uma ação pedagógica para o desenvolvimento de conteúdos matemáticos em uma comunidade periférica	Realizou uma análise sociocrítica da Etnomodelagem enquanto ação pedagógica no desenvolvimento de conteúdos matemáticos em comunidades periféricas. Os resultados mostraram que a Etnomodelagem contribuiu para o desenvolvimento de conteúdos matemáticos, a partir do estudo da ausência de saneamento básico adequado que compõem o cotidiano dos membros dessa comunidade. Evidenciando que a Etnomodelagem proporcionou o desenvolvimento de um olhar crítico em relação ao próprio espaço.	ROSA FILHO (2022) UFOP	Etnomodelagem: investigando a arte da tapeçaria na comunidade local de Cachoeira do Brumado	Realizou uma investigação em Etnomodelagem com base na arte da tapeçaria de sisal desenvolvida na comunidade de Cachoeira do Brumado, Minas Gerais. Os resultados mostraram que os colaboradores da pesquisa, valorizaram o saber/fazer local, e se conscientizaram sobre a relevância das vivências e experiências cotidianas, compreendendo a conexão entre o conhecimento ético (escolar) e o êmico (tapeçaria) no processo de ensino e aprendizagem em Matemática
SANTOS (2020) UESC	Produção Artesanal de Chocolate e Etnomodelagem: construção do conceito de função por estudantes do Ensino Fundamental	Analisou o desenvolvimento de uma proposta de ensino, fundamentada na Etnomodelagem, para a construção de etnomodelos da produção artesanal de chocolate, por meio do conceito de Funções. Essa proposta foi aplicada em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola localizada em uma cidade do sul da Bahia, região cacaueteira. O autor revela que os estudantes modelaram a produção de chocolate usando etnomodelos êmicos, éticos e dialógicos, tanto de representação gráfica quanto de representação algébrica. Além disso, afirma que o uso contextualizado do objeto matemático com o aspecto cultural contribuiu para que os estudantes se envolvessem no processo de ensino e aprendizagem, bem como na construção da autonomia.	DELFIOL (2022) UFOP	Humanizando os profetas de Aleijadinho: um estudo qualitativo de suas proporções por meio da Etnomodelagem	Utilizou como artefato cultural os Profetas de Aleijadinho, localizados no Santuário do Bom Jesus de Matosinhos, na cidade de Congonhas, em Minas Gerais, para desenvolver o processo de humanização por meio de matematizações que utilizaram os conteúdos matemáticos de razão, proporção e escala na elaboração de etnomodelos êmicos (locais), éticos (globais) e dialógicos (glocais), buscando promover o dinamismo cultural e a promoção da cultura local.

ROCHA (2023) UFOP	Possibilidades de estudo da proporção áurea nos cristos Aleijadinho na cidade de Congonhas, Minas Gerais	Levantou discussões sobre a possibilidade de verificar a presença do conhecimento matemático escolar/acadêmico nas esculturas dos Cristos de Aleijadinho, em Congonhas, Minas Gerais, na busca por valorizar os saberes e fazeres existentes e desenvolvidos pelos membros desse grupo cultural. Buscou entender como a abordagem dialógica da Etnomodelagem pode contribuir para o estudo da Proporção Áurea, que pode estar presente nas esculturas dos Cristos de Aleijadinho, que pode contribuir para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem em Matemática.
SILVA (2023) UFOP	Trilhas Etnomatemáticas e História: contribuições do conhecimento matemático africano para o desenvolvimento de uma ação pedagógica para a Etnomodelagem	Evidenciou que as Trilhas Etnomatemáticas propiciaram a aquisição de um conhecimento mais aprofundado dos professores participantes sobre as características históricas, sociais e culturais da cidade de Ouro Preto (MG), bem como possibilitou uma interação entre os conhecimentos matemáticos escolares/acadêmicos com aqueles relacionados aos saberes/fazeres matemáticos de pessoas africanas escravizadas por meio do desenvolvimento de ações pedagógicas que relacionaram a Cultura, a perspectiva sociocrítica da Modelagem e a Etnomatemática em salas de aula com o desenvolvimento da abordagem dialógica da Etnomodelagem.
QUESADA SEGURA (2023) UFOP	Análisis etnomatemático de los elementos involucrados en las danzas tradicionales de Costa Rica: un caso específico en la danza afrocaribeña "Palo de Mayo"	Mostrou que a dança Palo de Mayo se evidencia como um elemento potencializador para o desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem de Matemática, podendo ser considerada uma alternativa para o uso de uma ação pedagógica relacionada a um contexto específico, no qual são apresentadas diferentes formas de conhecimento, como a dança tradicional, que visa respeitar e valorizar a cultura local por meio da Educação Matemática. Assim, o processo de Etnomodelagem da dança Palo de Mayo transcendeu questões relacionadas à história, matematizações, educação e cognição dos membros desse grupo cultural, portanto, nessa perspectiva, pontes são construídas por meio de pesquisas, saberes/fazeres locais e Matemática escolar/acadêmica, valorizando e respeitando os saberes que se desenvolvem em ambos os contextos socioculturais.

JESUS (2023) UESC	Etnomodelagem no contexto da Educação do Campo: elaboração de etnomodelos êmico, éticos e dialógicos por estudantes do Ensino Médio	Buscou compreender como a Etnomodelagem, por meio da construção de etnomodelos, pode contribuir para a aprendizagem de estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola do Campo, considerando as abordagens êmica, ética e dialógica, a partir de suas vivências nas comunidades camponesas em que residem. A Etnomodelagem se mostrou importante na valorização da cultura do campo, da agricultura e de como a Matemática escolar/acadêmica pode dialogar com as manifestações culturais dos festejos juninos expressos nos processos e manejos do cultivo do milho.
----------------------	--	---

Fonte: Adaptado de MADRUGA, 2022a.

Com base nesse panorama, pode-se perceber que grande parte das investigações em Etnomodelagem apresentam uma proposta ou ação pedagógica, que busca a valorização de contextos distintos, ancorados na Modelagem Matemática. Ademais, apontam para um aumento gradativo do interesse de diferentes investigadores sobre essa temática, que ainda está em fase de consolidação.

4. Concepções de Modelagem Matemática (MM) que fundamentam as investigações

Para verificar as concepções de MM que alicerçam as pesquisas em Etnomodelagem no Brasil, foi realizada uma análise das dissertações, no intuito de verificar o que os autores apresentam nos textos, principalmente no que tange à fundamentação teórica e atividades desenvolvidas, quando isso acontecia. A análise mostrou que no tocante à Etnomatemática, todas as pesquisas fundamentam-se no Programa de Pesquisa idealizado por Ubiratan D'Ambrosio. No entanto, a concepção de MM e até de Etnomodelagem varia de acordo com a base teórica utilizada pelos investigadores.

Sobre a MM, estas podem ser categorizadas em duas concepções: i) A MM na perspectiva sociocrítica ou sociocultural, principalmente baseadas em BARBOSA (2004) ou ROSA, OREY (2007); e ii) A MM como estratégia ou método de ensino, fundamentadas em

BASSANEZI (2010), BIEMBENGUT, HEIN (2011) ou BIEMBENGUT (2016).

a. A perspectiva sociocrítica ou sociocultural da Modelagem Matemática (MM)

Nessa categoria pode-se considerar as pesquisas de ALTERNBURG (2017), CORTES (2017), DUTRA (2020), MARTINS (2020), MESQUITA (2020), BARRETO (2021), RODRIGUES (2021), ROSA FILHO (2022), DELFIOL (2022), ROCHA (2023), SILVA (2023) e QUESADA SEGURA (2023).

ALTERNBURG (2017) assume a Etnomodelagem conforme a visão de ROSA, OREY (2017). As atividades que desenvolveu partem do conhecimento êmico, quando os estudantes buscam fotografias da arquitetura da cidade, e conversam com os familiares sobre detalhes das construções de suas residências. Depois disso, os estudantes buscaram informações sobre formas geométricas – conhecimento ético. Em seguida realizaram as projeções no *software* Geogebra, fazendo identificações geométricas dessas projeções e os cálculos de área e perímetro – conhecimento dialógico, para finalmente, avaliar e comunicar os etnomodelos elaborados. Embora o autor não assuma a concepção de MM que fundamentou suas ações, foi perceptível que a concepção sociocrítica (BARBOSA, 2004), está implícita em suas ações.

CORTES (2017), assume que a elaboração teórica e filosófica de sua pesquisa está fundamentada na concepção de MM proposta por ROSA, OREY (2003, 2007), sob uma perspectiva sociocultural. As atividades iniciaram privilegiando o conhecimento ético, com atividades relacionadas com o conceito de função; para após esse momento ser realizada uma visita à feira e demais atividades que privilegiaram a transição do conhecimento ético para o êmico; seminário e outras atividades que apresentem uma abordagem dialógica; por fim uma entrevista com o feirante (conhecimentos êmicos).

DUTRA (2020) assume que a modelagem é um estudo de situações reais que utiliza a Matemática como uma linguagem para a compreensão e a resolução

de problemas associados à realidade, a perspectiva sociocrítica (ROSA, OREY, 2007). Essa concepção vai ao encontro da sugerida por BARBOSA (2004) para o desenvolvimento da MM. DUTRA (2020) inicia a investigação com uma reportagem para que os estudantes se familiarizassem com o tema (abordagem ética), posteriormente foi realizada uma visita a uma plantação de café, onde os estudantes apropriaram-se dos conhecimentos êmicos provenientes das pessoas que trabalham no local. DUTRA (2020) elaborou um bloco de atividade que privilegiava o conhecimento ético, ou seja, a visão acadêmica da Matemática, com o intuito de estimular o desenvolvimento do conhecimento matemático adquirido em um ambiente escolar, para resolver problemas do dia-a-dia, além de despertar uma visão crítica sobre essa área do conhecimento. A autora deixa claro a base sociocrítica em suas ações.

MARTINS (2020) considera a Etnomodelagem

[...] como forma de observar a etnomatemática, resultantes de saberes que procedem de relações culturais, não para validar ‘erros’ matemáticos, mas estabelecer a insurreição com os conhecimentos acadêmicos. Possibilitando até mesmo uma comparação a Matemática, não na ideia de validar estes saberes, mas dar visibilidade a saberes ignorados pelos meios de normalização, destacando novas formas de resolver problemas. (MARTINS, 2020 p. 42)

A fundamentação de MM utilizada por MARTINS (2020) é a de CALDEIRA (2007), o qual afirma que a modelagem é uma concepção de Educação Matemática e um sistema de aprendizagem com foco no processo e não na construção do modelo.

MESQUITA (2020) fundamenta-se na concepção sociocrítica defendida por ROSA, OREY (2007) e BARBOSA (2004). As atividades foram divididas em três blocos de atividades, com ponto de partida nos conhecimentos êmicos – pesquisa teórica sobre o tema saneamento básico e posteriormente entrevista com um catador de materiais recicláveis; e por fim foram propostos blocos de atividade éticos e dialógicos.

A pesquisa de BARRETO (2021) trouxe em seu bojo a perspectiva sociocrítica da MM (BARBOSA, 2004; ROSA, OREY, 2007). As atividades foram organizadas em três blocos, a partir do conhecimento ético; para depois privilegiar os conhecimentos matemáticos adquiridos localmente – êmico; e por fim relacionar o conhecimento matemático estudado na escola com as vivências e saberes das experiências cotidianas.

A investigação de RODRIGUES (2021) apresentou como base teórica a perspectiva sociocrítica da MM, apoiando-se em ROSA, OREY (2007) e BARBOSA (2004), inclusive mencionando a questão da MM como ambiente de aprendizagem. RODRIGUES (2021) propôs algumas atividades as quais chamou de estações. Mesmo que a autora não tenha assumido, o que se pode compreender analisando suas atividades, é que ela parte de uma atividade que pode ser classificada como ética, pois aborda a história das espirais, classificando essa atividade ‘antes da trilha’. No decorrer da trilha foi realizada a visualização da arquitetura local, nesse ponto considerou-se que estava sendo privilegiado o conhecimento êmico; e nas atividades classificadas como estação 3, depois da trilha, foi observado o conhecimento dialógico. ROSA FILHO (2022) elaborou três blocos de atividades. O primeiro partiu do conhecimento êmico dos artesões, o qual “propõe uma visão compreensível sobre a confecção em tapetes de sisal na perspectiva êmica dos artesãos” (ROSA FILHO, 2022 p. 77). O segundo contempla a abordagem ética, pois vincula com os conhecimentos matemáticos e geométricos escolares aprendidos em sala de aula. E o terceiro “busca conectar as experiências cotidianas dos artesãos por meio de sua produção artesanal, bem como com as experiências escolares dos alunos e com a prática docente dos professores” (ROSA FILHO, 2022 p. 77). O embasamento teórico da pesquisa de ROSA FILHO (2022) parte da perspectiva sociocultural da MM, defendida por ROSA, OREY (2017). DELFIOL (2022) assumiu a perspectiva sociocultural da MM com base em ROSA, OREY (2003, 2007), e as abordagens êmica, ética e dialógica da Etnomodelagem com base em ROSA, OREY (2017). A

autora partiu dos conhecimentos históricos e culturais sobre Aleijadinho¹, as suas obras e os 12 Profetas; posteriormente abordou os conhecimentos locais (êmicos) sobre as obras e os 12 Profetas de Aleijadinho, considerando as esculturas como etnomodelos êmicos; a partir de então contemplou os conhecimentos globais ao elaborar etnomodelos éticos desses profetas; para então trazer uma abordagem glocal (dialógica) dos 12 Profetas na perspectiva da Etnomodelagem, buscando proporções corporais através de um processo de humanização de sua estrutura física conforme os seres humanos. ROCHA (2023) se embasou na Etnomatemática, na perspectiva sociocultural da MM e na abordagem dialógica da Etnomodelagem. A autora partiu do conhecimento ético/matemático sobre a Razão Áurea para analisar os Cristos de Aleijadinho, como resultado, apresentou inicialmente os conhecimentos globais (éticos), para depois os conhecimentos de fora da escola (êmicos), para enfim propor uma ação pedagógica com base na abordagem dialógica (ROSA, OREY, 2017).

SILVA (2023) assumiu a perspectiva sociocrítica da MM e a Etnomatemática, com o desenvolvimento da abordagem dialógica da Etnomodelagem. O autor realizou uma trilha etnomatemática com professores em alguns pontos turísticos da cidade de Ouro Preto, MG, considerando os saberes e fazeres das pessoas africanas escravizadas. Para a trilha, SILVA (2023) elaborou um bloco de atividades, a qual começou contemplando os conhecimentos éticos matemáticos e posteriormente os conhecimentos êmicos e dialógicos.

QUESADA SEGURA (2023) fundamentou-se na Etnomatemática, na perspectiva sociocultural da MM e na Etnomodelagem. Os resultados mostraram um processo de Etnomodelagem da dança afrodescendente Palo de Mayo por meio da elaboração de etnomodelos: a) êmico (local) a partir de observações

¹ Antônio Francisco Lisboa, o Aleijadinho, nasceu na cidade mineira de Vila Rica, atual Ouro Preto, MG, Brasil (1738-1814) foi um escultor, entalhador, carpinteiro e arquiteto do Brasil colonial. Ele é considerado o maior representante do barroco mineiro, sendo conhecido por suas esculturas em pedra-sabão, entalhes em madeira, altares e igrejas. Disponível em <https://www.todamateria.com.br/aleijadinho/> Acesso em 10 de julho de 2023.

feitas com dançarinos tradicionais, b) ético (global) a partir da percepção do professor de Matemática e pesquisador, e c) dialógica (glocal) relacionada ao diálogo entre os entrevistados e bailarinos da dança Palo de Mayo e o pesquisador, que tem ambas as visões.

Foi possível perceber que as pesquisas desta categoria não possuem um modo único de desenvolvimento das atividades, alternando entre início com a abordagem êmica (ALTERNBURG, 2017; MESQUITA, 2020; ROSA FILHO, 2022; DELFIOL, 2022; QUESADA SEGURA, 2023), ou ética (CORTES, 2017; DUTRA, 2020; BARRETO, 2021; RODRIGUES, 2021; ROCHA, 2023, SILVA, 2023), não havendo um rigor metodológico, próprio das ideias da MM na concepção sociocrítica de BARBOSA (2004) e sociocultural (ROSA, OREY, 2007).

Conforme os resultados das pesquisas, essa alternância em iniciar pelos conhecimentos éticos ou êmicos, aparentemente, não tem relação direta com a aprendizagem dos estudantes, sendo que dos dois modos pode-se chegar a resultados positivos. Essa é apenas uma opção do pesquisador ou professor que irá desenvolver a proposta.

b. A MM como estratégia ou método de ensino

Nesta categoria pode-se considerar as pesquisas de SONEGO (2009), REGES (2013), PIMENTEL (2019), SANTOS (2020), EÇA (2020) e JESUS (2023).

SONEGO (2009) fundamenta-se em CALDEIRA (2007) para a definição de Etnomodelagem. Segundo o autor,

[...] considerar a matemática construída e significada nas práticas culturais da comunidade, bem como as influências desses significados nos processos pedagógicos, e ainda fazendo uso dos pressupostos da Modelagem Matemática como um meio para se alcançarem os objetivos propostos denominamos esse termo de Etnomodelagem. (CALDEIRA, 2007 p. 83)

Nessa direção, a Etnomodelagem é considerada como um conjunto de ações pedagógicas

desenvolvidas por meio da MM, com base no contexto sociocultural e econômicos dos estudantes. Esse contexto possibilita a exploração do conhecimento matemático desenvolvido pelos diferentes grupos, valorizando e respeitando os valores culturais e conhecimentos adquiridos pela experiência e vivência em sociedade (CALDEIRA, 2007).

Sobre a concepção utilizada por SONEGO (2009), esta vem ao encontro da MM como estratégia de ensino (BASSANEZI, 2002), o qual define etapas para realização do trabalho com modelagem, que foram consideradas pela autora durante o desenvolvimento das atividades. Estas, iniciaram-se com a escolha do tema e levantamento de dados – pesquisa exploratória, realizada pelos estudantes no laboratório de informática da escola, seguido por uma visita a um engenho de arroz no município no qual foi desenvolvida a proposta. Posteriormente os estudantes realizaram uma série de atividades, denominadas como situações-problemas, nas quais foram formalizados os conceitos referentes à geometria espacial, seguidos pela construção de uma maquete referente aos maquinários utilizados no engenho – que se configurou como a construção do modelo.

REGES (2013) não apresentou uma definição para Etnomodelagem, apenas afirmou sobre as conexões entre Etnomatemática e MM, fundamentando-se em BIEMBENGUT, HEIN (2011). As atividades foram desenvolvidas conforme as etapas de interação, matematização e modelo matemático. As atividades apresentadas por REGES (2013) eram semelhantes às de SONEGO (2009), iniciando-se pela escolha do tema, levantamento de dados sobre a produção de doces na internet; visita à fábrica de doces (interação - privilegiando o conhecimento êmico); para posteriormente os estudantes realizarem uma série de atividades (matematização – privilegiando o conhecimento ético) para consolidação dos conceitos de sólidos geométricos; construção de maquete de um tanque cilíndrico (modelo matemático – privilegiando o conhecimento dialógico).

A pesquisa de PIMENTEL (2019) não foi desenvolvida com estudantes. A autora usou como base teórica

para a Etnomodelagem as ideias de ROSA, OREY (2017), e para a MM, utilizou-se da concepção de BASSANEZI (2002) e BIEMBENGUT, HEIN (2011), os quais prescrevem etapas para o trabalho com modelagem. PIMENTEL (2019) utilizou como temática a arquitetura da cidade de Arraias – TO, Brasil, mais especificamente o muro do cemitério municipal. Para isso, partiu dos conhecimentos êmicos de uma pessoa que participou da construção e reconstrução do muro, para então a autora propor etnomodelos geométricos, apresentando uma abordagem ética. No caso da pesquisa de SANTOS (2020), o autor assumiu sem embasamento em BIEMBENGUT (2016):

A construção da proposta de ensino obedeceu aos critérios sugeridos por Biembengut (2016) para trabalhar Modelagem na Educação, para que os estudantes pudessem apre(ender) o conceito de Função. O processo com a Modelagem na Educação, proposto pela autora, é orientado para que os trabalhos desenvolvidos estejam estruturados em três etapas: Percepção e Apreensão; Compreensão e Explicitação; e Significação e Expressão. (SANTOS, 2020 p. 64)

As atividades de SANTOS (2020) iniciaram com a visita a um assentamento de produtores rurais, e realização de algumas atividades posteriores em sala de aula, indo ao encontro das ideias de BIEMBENGUT (2016) quando se refere à primeira etapa: percepção e apreensão. SANTOS (2020), ao privilegiar os conhecimentos éticos, partiu de dados matemáticos oriundos das respostas dos produtores às entrevistas dos estudantes, mas também elaborou outras situações para o desenvolvimento de questões sobre funções, foco de sua pesquisa. Essas atividades corroboraram com a concepção de BIEMBENGUT (2016), mais especificamente na etapa de compreensão e explicitação. As atividades finais propostas por SANTOS (2020) privilegiaram uma abordagem dialógica, e tiveram como objetivo a construção de etnomodelos por parte dos estudantes, tanto de representação gráfica quanto de representação algébrica, utilizando o conceito de função, ancorados nos dados obtidos na fábrica de chocolates. Estas

atividades relacionaram-se com a etapa de significação e expressão (BIEMBENGUT, 2016).

A pesquisa de EÇA (2020) assume a concepção de BIEMBENGUT (2016), no entanto, não houve desenvolvimento com estudantes da Educação Básica, e sim, foi proposto para os professores de Matemática de uma cidade da Bahia, uma formação continuada, oferecida pela Secretaria de Educação do Município, com base na Etnomodelagem. As bases teóricas da investigação de EÇA (2020) vão ao encontro das ideias de ROSA, OREY (2017).

JESUS (2023) fundamentou-se nos pressupostos da Etnomodelagem com base em ROSA, OREY (2017) e MADRUGA (2022). No que tange à MM, a autora assumiu a concepção de BIEMBENGUT (2016) – método de ensino com pesquisa. Para tanto, JESUS (2023) realizou uma intervenção com estudantes de Ensino Médio em uma Escola do Campo, utilizando-se de uma temática regional: plantação de milho nos festejos juninos. A autora partiu do conhecimento êmico, relacionando com a primeira etapa de MM (percepção e apreensão), momento no qual convidou um agricultor para conversar com os estudantes em sala de aula. A abordagem ética, relacionada à etapa de compreensão e explicitação decorreu das atividades dos estudantes em sala, que contemplou, inclusive, a elaboração de um etnomodelo de pluviômetro e de sistema de irrigação de baixo curso. O momento dialógico (significação e expressão) ocorreu em uma Feira Cultural onde os estudantes expressaram as relações realizadas por eles entre conhecimentos êmicos do Campo com a Matemática acadêmica.

Nesta categoria foi possível perceber que há um rigor metodológicos na sequência de desenvolvimento das atividades, isso reflete das concepções de BASSANEZI (2002), BIEMBENGUT, HEIN (2011) e BIEMBENGUT (2016), os quais propõem etapas para o processo de modelagem, partindo de um tema da ‘realidade’, no olhar da Etnomodelagem, esse tema deve partir do contexto sociocultural dos membros de diferentes grupos.

Pode-se perceber ainda que todas as pesquisas elencadas nessa categoria partem da abordagem

êmica – percepção e apreensão – familiarização com o assunto; para posteriormente apresentarem a ‘tradução’ para o olhar ético – compreensão e explicitação - resolução do problema e do modelo; e então a relação dessas abordagens, o conhecimento dialógico – significação e expressão – validação, avaliação e comunicação do modelo.

Essa forma de organização do trabalho com Etnomodelagem, partindo do êmico, vem ao encontro das ideias de EGLASH *et al.* (2006) quando afirmam que a etnomatemática faz uso da modelagem como uma ferramenta para a tradução do sistema de conhecimento local para a matemática acadêmica, de modo que essa matemática pode ser vista como decorrente de êmico.

5. Algumas considerações

Este artigo objetivou apresentar uma discussão teórica sobre as pesquisas em Etnomodelagem no Brasil, analisando as concepções de Modelagem Matemática que as fundamentam. A Etnomodelagem, como proposta teórico-metodológica, ou alternativa pedagógica, tem como premissa a valorização dos saberes e fazeres de pessoas oriundas de diferentes espaços e culturas, e a posterior tradução, ou não, destes saberes para o ambiente escolar, no intuito de ensinar Matemática por meio dessa valorização da diversidade e cultura local (MADRUGA, 2022a).

Corroborar-se com o entendimento de MADRUGA (2022b), e acrescenta-se que a Etnomodelagem é uma proposta teórico-metodológica que se utiliza dos conceitos de diversidade e cultura (etno) em consonância com a Modelagem Matemática (ticas), com o objetivo de potencializar a aprendizagem (matema), nos diferentes níveis de escolaridade. Dessa forma, a Etnomodelagem pode apresentar-se como uma concepção de Modelagem Matemática e também de Etnomatemática.

O cenário atual das investigações acerca da Etnomodelagem no Brasil mostra um crescente em relação a novas publicações. Neste artigo foram destacadas apenas dissertações, visto que ainda

não existem teses defendidas com esse enfoque no território brasileiro. Contudo, há publicações referentes a monografias, tanto de especialização como de trabalhos de conclusão de curso, além de artigos em diversas revistas e anais de eventos que se utilizam da Etnomodelagem, o que mostra o avanço desta abordagem teórico-metodológica nas discussões acadêmicas.

No que tange às concepções de Modelagem Matemática que fundamentam as investigações, foram percebidas duas perspectivas: a ideia da MM na perspectiva sociocrítica ou sociocultural e como método ou estratégia de ensino. Por meio da análise das investigações que abordam diferentes enfoques e ilustram cada uma dessas concepções, ficou evidente que é possível a utilização de ambas, e que isso não influencia quanto aos resultados. Desse modo, qualquer uma dessas concepções, adotada para a Etnomodelagem, pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos de Matemática por parte de estudantes de diferentes níveis de escolaridade, proporcionando uma aprendizagem fundamentada no respeito e na valorização cultural.

6. Referências

- ALBANESE, V.; PERALES, F. J. Pensar matematicamente: una visión etnomatemática de la práctica artesanal soguera. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, Cidade do México, v. 17, n. 3, pp. 261-288. 2014. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1731>
- ALTENBURG, G. S. Contextualizando Cultura e Tecnologias: Um estudo etnomatemático articulado ao ensino de geometria. UFPel, Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2017.
- BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? *Veritati*, Lisboa, n. 4, pp. 73-80. 2004.
- BARRETO, F. M. Um estudo qualitativo para entender a ação pedagógica da etnomodelagem com alunos de comunidades rurais e urbanas. 293 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática)

- Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2021.
- BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. Contexto. São Paulo: Brasil. 2002.
- BASSANEZI, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. 3ªed., 2ª reimpressão. Contexto. São Paulo: Brasil. 2010.
- BIEMBENGUT, M. S. Mapeamento na Pesquisa Educacional. Editora Ciência Moderna. Rio de Janeiro: Brasil. 2008.
- BIEMBENGUT, M. S. Modelagem na Educação Matemática e na Ciência. Livraria da Física. São Paulo: Brasil. 2016.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem Matemática no Ensino. 5ª ed. Contexto. São Paulo: Brasil. 2011.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação Qualitativa em Educação. Editora Porto. Porto: Portugal. 2010.
- CADENA, J. R., LLUMIQUINGA, R. P. C. Mathematical Analysis of the Ceramic Designs of the Pre-Columbian Culture of Ecuador Through Ethnomodelling with a Sociocultural Approach. In: ROSA, M.; CORDERO, F.; OREY, D. C., CARRANZA, P. (eds.). Mathematical Modelling Programs in Latin America. Springer, Cham. Berlim, Alemanha, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04271-3_7
- CALDEIRA, A. D. Etnomodelagem e suas relações com a educação matemática na infância. In: Barbosa, J. C.; Caldeira, A. D.; Araújo, J. L. Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais. SBEM, Recife: Brasil, 2007. pp. 81-97.
- CORTES, D. P. Re-significando os conceitos de função: um estudo misto para entender as contribuições da abordagem dialógica da etnomodelagem. 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2017.
- D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer. Ática. São Paulo: Brasil. 1990.
- D'AMBROSIO, U. Sobre as propostas curriculares STEM (ciência, tecnologia, engenharia, matemática) e STEAM (ciência, tecnologia, engenharia, artes, matemática) e o programa etnomatemático. Paradigma, Caracas, v. 41, Edición Cuadragésimo Aniversario. pp. 151-167. 2020. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/328838460> Acesso em: 23 mai. 2021.
- DELFIOL, T. de A. A. Humanizando os Profetas de Aleijadinho: um estudo qualitativo de suas proporções por meio de Etnomodelagem. 451 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2022. <https://doi.org/10.29327/147222.9-16>
- DUTRA, É. D. R. Etnomodelagem e café: propondo uma ação pedagógica para a sala de aula. 319 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2020.
- EÇA, J. L. M. Formação continuada à luz da Etnomodelagem: implicações para o desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2020.
- EGLASH, R.; BENNETT, A.; O'DONNELL, C.; JENNINGS, S.; CINTORINO, M. Culturally situated designed tools: ethnocomputing from field site to classroom. American Anthropologist, Pomona, CA, USA, v. 108, n. 2, pp. 347-362. 2006. <https://doi.org/10.1525/aa.2006.108.2.347>
- FERREIRA AMORIM, C.; BAPTISTA, G. A consideração da diversidade cultural no ensino de ciências: percepções de futuros professores. Góndola: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, Bogotá, v. 15, n. 3, pp. 444-459. 2020. Disponível em: <<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/14939>>. Acesso em: 27 abr. 2022. <https://doi.org/10.14483/23464712.14939>
- JESUS, L. O. M. Etnomodelagem no contexto da Educação do Campo: elaboração de etnomodelos ênicos, éticos e dialógicos por estudantes de ensino médio. 260 f. Dissertação (Mestrado Educação Em Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia. 2023.
- MADRUGA, Z. E. Etnomatemática e modelagem matemática: um estudo comparativo com os processos de criação de alegorias de carnaval. Revista Latinoamericana De Etnomatemática. Perspectivas

- Socioculturales De La Educación Matemática, San Juan de Pasto- Colômbia, v. 7, n. 1, pp. 74-95. 2014.
- MADRUGA, Z. E. Pesquisas em Etnomodelagem no Brasil: um olhar sobre as concepções de Modelagem Matemática. *ReDiPE: Revista Diálogos e Perspectivas Em Educação*, Marabá, Brasil, v. 4, n. 2, pp. 17-32. 2022a.
- MADRUGA, Z. E. F. Ethnomodelling as a Methodological Alternative to Basic Education: Perceptions of Members of a Research Group. In: ROSA, M., CORDERO, F., OREY, D.C., CARRANZA, P. (Eds.). *Mathematical Modelling Programs in Latin America*. Springer, Cham. Berlin: Alemanha, 2022b. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04271-3_3
- MADRUGA, Z. E. F.; BIEMBENGUT, M. S. Modelagem & Aleg(o)rias: um enredo entre cultura e educação. *Appris*. Curitiba: Brasil. 2016.
- MARTINS, R. B. G. Etnomodelagem: modelagem matemática no interior de uma comunidade rural sustentável. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2020.
- MESQUITA, A. P. S. DE S. Uma análise sociocrítica da etnomodelagem como uma ação pedagógica para o desenvolvimento de conteúdos matemáticos em uma comunidade periférica. 286 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2020.
- PIMENTEL, C. C. Etnomodelagem: uma abordagem de conceitos geométricos no cemitério de Arraias - TO. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Matemática, Arraias. 2019.
- PRADHAN, J. B. Artefatos culturais como uma metáfora para comunicação de ideias matemáticas. *Revemop*, Ouro Preto, Brasil, n. 2, e202015. 2020. <https://doi.org/10.33532/revemop.e202015>
- QUESADA SEGURA, S. E. Análisis etnomatemático de los elementos involucrados en las danzas tradicionales de Costa Rica: un caso específico en la danza afrocaribeña "Palo de Mayo". 246 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2023.
- REGES, A. M. M. O ensino da geometria com enfoque na etnomodelagem. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2013.
- ROCHA, K. C. S. Possibilidades de estudo da proporção áurea nos cristos do mestre Aleijadinho na cidade de Congonhas, Minas Gerais. 287 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2023.
- RODRIGUES, J. Explorando a perspectiva de pesquisadores e participantes de trilhas de matemática sobre a (re)descoberta do conhecimento matemático fora da escola: um estudo qualitativo em etnomodelagem. 327 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2021.
- ROSA FILHO, O. Etnomodelagem: investigando a arte da tapeçaria na comunidade local de Cachoeira do Brumado. 239 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2022.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Vinho e queijo: etnomatemática e modelagem. *Bolema*, São Paulo, Brasil, v. 16, n. 20, pp. 1-16. 2003.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Abordagens atuais do Programa Etnomatemática: delineando-se um caminho para a ação pedagógica. *Bolema*, São Paulo, Brasil, v. 19, n. 26, pp. 1-26. 2006.
- ROSA, M.; OREY, D. C. A dimensão crítica da modelagem matemática: ensinando para a eficiência sócio-crítica. *Revista Horizontes*, Itatiba - São Paulo, Brasil, v. 25, n. 2, pp. 197-206. 2007.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Interlocuções Polissêmicas entre a Etnomatemática e os Distintos Campos de Conhecimento Etno-x. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, Brasil, v. 03, n. 30, pp. 63-97. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982014000300004>
- ROSA, M.; OREY, D. C. Etnomodelagem: a arte de traduzir práticas matemáticas locais. *Livraria da Física*. São Paulo: Brasil. 2017.
- ROSA, M.; OREY, D. C. Etnomatemática: investigações em etnomodelagem. *Revista de investigação e*

- divulgação em Educação Matemática, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, pp. 111-136, jan./jun. 2018. <https://doi.org/10.34019/2594-4673.2018.v2.27368>
- SANTOS, J. Produção Artesanal de Chocolate e Etnomodelagem: construção do conceito de função por estudantes do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Santa Cruz. 2020.
- SCANDIUZZI, P. P. Água e Óleo: Modelagem e Etnomatemática? Bolema, Rio Claro, v. 15, n. 17, pp. 52-58. 2002.
- SILVA, J. B. N. Trilhas etnomatemáticas e história: contribuições do conhecimento matemático africano para o desenvolvimento de uma ação pedagógica para a etnomodelagem. 302 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2023.
- SONEGO, G. V. As contribuições da etnomodelagem matemática no estudo da geometria espacial. 2009. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Franciscana, Santa Maria, 2009.
- WEBER, P. E.; PETRY, V. J. Modelagem matemática na educação básica: uma experiência aplicada na Construção Civil. Góndola: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, Bogotá, v. 10, n. 1, pp. 40-54. 2015. Disponível em: <<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/7978>>. Acesso em: 27 abr. 2022 <https://doi.org/10.14483/jour.gdla.2015.1.a03>





ANÁLISE EXPERIMENTAL DE CIRCUITOS ELÉTRICOS A PARTIR DE ATIVIDADES PRESENCIAIS E CONTROLADAS REMOTAMENTE

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF ELECTRICAL CIRCUITS FROM ON-SITE AND REMOTELY CONTROLLED ACTIVITIES

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DE ACTIVIDADES *IN SITU* Y CONTROL REMOTO

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro^{✉*} José Silvério Edmundo Germano^{✉}
Idmaura Calderaro Martins Galvão^{✉***}**

Cómo citar este artículo: Monteiro, M., Germano, J. y Galvão, I. (2023). Análise experimental de circuitos elétricos a partir de atividades presenciais e controladas remotamente. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 422-439. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20315>

Resumo

Neste trabalho buscou-se comparar o impacto da realização de atividades experimentais, presenciais e controlada remotamente, sobre a aprendizagem de conceitos relativos aos circuitos elétricos por alunos do Ensino Médio em cinco escolas públicas do interior de São Paulo. Em cada escola foram aplicados, em duas turmas de terceiro ano, um grupo submetido ao experimento presencial e outro ao experimento remoto. Os experimentos abordaram os conceitos de associação de resistores, corrente elétrica, tensão elétrica e potência elétrica dissipada. Os dados foram coletados por meio de questionários, pré-teste e pós-teste, e analisados com o uso do método D de Cohen (1977) e do fator g de Gery (1972). O método D de Cohen é uma medida estatística utilizada para avaliar o tamanho do efeito (ou magnitude da diferença) entre duas amostras independentes, enquanto o fator g de Gery é uma medida que compara o desempenho dos grupos em um experimento, levando em consideração as diferenças individuais em habilidade ou inteligência. Os resultados indicaram que a realização dos experimentos desempenhou um papel importante na aprendizagem dos alunos, com destaque para aqueles que participaram do experimento controlado remotamente. Além de oferecer uma abordagem contextualizada dos conceitos científicos, os experimentos remotos também proporcionaram aos estudantes a oportunidade de manipular experimentos reais em qualquer lugar e horário, tornando-se um método de atividade promissor para o Ensino de Ciências. Portanto, o estudo sugere que a realização de experimentos remotos pode

Recibido: Enero de 2023; aprobado: Agosto de 2023

* Livre-Docente. Universidade Estadual Paulista. Brasil. marco.monteiro@unesp.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4426-1638>

** Doutor em Física. Universidade Estadual Paulista. Brasil. jse.germano@unesp.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1969-0318>

*** Doutora em Educação para a Ciência. Escola Estadual Professora Miquelina Cartolano. Brasil. idmaura@gmail.com – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5277-2024>

ser uma forma eficaz e segura de promover a aprendizagem de conceitos científicos por alunos do Ensino Médio, complementando as atividades presenciais e permitindo uma maior flexibilidade na realização das atividades experimentais.

Palavras chave: Ensino de Física. Experimento controlado remotamente. Circuitos elétricos. Experimentação. Tecnologia Digital de Informação e Comunicação.

Abstract

In this work, we sought to compare the impact of carrying out experimental activities, in person and remotely controlled, on the learning of concepts related to electrical circuits by high school students in five public schools in the interior of São Paulo. In each school, two third-year classes were applied, one group submitted to the face-to-face experiment and the other to the remote experiment. The experiments addressed the concepts of association of resistors, electric current, electric voltage and dissipated electric power. Data were collected through questionnaires, pre-test and post-test, and analyzed using Cohen's D method (1977) and Gery's g factor (1972). Cohen's D method is a statistical measure used to assess the effect size (or magnitude of the difference) between two independent samples, while Gery's g factor is a measure that compares the performance of groups in an experiment, taking into account the individual differences in ability or intelligence. The results indicated that carrying out the experiments played an important role in the students' learning, especially those who participated in the remotely controlled experiment. In addition to offering a contextualized approach to scientific concepts, remote experiments also provided students with the opportunity to manipulate real experiments at any place and time, becoming a promising activity method for Science Teaching. Therefore, the study suggests that the carrying out remote experiments can be an effective and safe way to promote the learning of scientific concepts by high school students, complementing face-to-face activities and allowing greater flexibility in carrying out experimental activities.

Keywords: Physics Teaching, Remote controlled experiment, Electric circuits. Experimentation, Digital Information and Communication Technology.

Resumen

En este trabajo, buscamos comparar el impacto de la realización de actividades experimentales, presenciales y teledirigidas, en el aprendizaje de conceptos relacionados con los circuitos eléctricos por parte de estudiantes de secundaria en cinco escuelas públicas del interior de São Paulo. En cada escuela se aplicaron dos clases de tercer año, un grupo sometido al experimento presencial y el otro al experimento a distancia. Ambos abordaron los conceptos de *asociación de resistencias*, *corriente eléctrica*, *voltaje eléctrico* y *potencia eléctrica disipada*. Los datos fueron recolectados a través de cuestionarios, pretest y postest, y analizados a través del método D de Cohen (1977) y el factor g de Gery (1972). El primero consiste en una medida estadística utilizada para evaluar el tamaño del efecto (o la magnitud de la diferencia) entre dos muestras independientes, mientras que el factor g de Gery es una medida que compara el desempeño de los grupos en un experimento, teniendo en cuenta las diferencias individuales en capacidad o inteligencia. Los resultados indicaron que los experimentos cumplieron un

papel importante en el aprendizaje de los estudiantes, especialmente de quienes que participaron en el controlado a distancia. Además de ofrecer un acercamiento contextualizado a los conceptos científicos, los experimentos remotos también brindaron a los estudiantes la oportunidad de manipular experimentos reales en cualquier lugar y momento; en este sentido, se convirtieron en un método prometedor para la Enseñanza de las Ciencias; en una forma eficaz y segura de promover el aprendizaje de conceptos científicos por parte de los estudiantes de secundaria; y en un complemento de las actividades presenciales, gracias a que permiten una mayor flexibilidad en su ejecución.

Palabras clave: Educación Matemática, Estrategia de aprendizaje. Enseñanza, Pluralismo cultural.

1. Introdução

A busca por um processo de ensino de conceitos científicos que possa ser significativo para os alunos, em especial aqueles de natureza mais abstrata como os fenômenos elétricos, tem se direcionado na indicação de práticas experimentais, sejam elas reais ou virtuais (GAMA JÚNIOR, 2018; MOURA, 2016; NOZELA, 2016; MORO, 2015; PEDROSO, 2014). Em especial, na atualidade, é cada vez maior a demanda por um Ensino de Ciências que não só ofereça aos estudantes a oportunidade de conhecer conceitos, princípios e regras, mas que, fundamentalmente, possibilite aos estudantes o desenvolvimento de competências que envolve um saber relacionado a modos de agir e de tomada de atitudes (SILVEIRA, BEDIN, 2021).

Nesse sentido, muitos pesquisadores têm, desde a década de 1960, indicado a prática experimental como estratégia importante para o ensino científico (MONTEIRO, 2017).

Aliás, como destacam ARAÚJO, ABIB (2003) e PINHO (2000) há um consenso entre os pesquisadores em Ensino de Ciências que as atividades experimentais são fundamentais para a aprendizagem de conhecimentos científicos.

ARAÚJO, ABIB (2003) indicam que as atividades experimentais podem propiciar a participação ativa dos estudantes e, dessa maneira, promover a curiosidade, o interesse e um efetivo envolvimento com sua aprendizagem. Outro fator relevante indicado por esses autores refere-se a possibilidade de propiciar a

construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência (ARAÚJO, ABIB, 2003 p. 190).

Entretanto, muitos outros trabalhos chamam a atenção para o fato de as escolas não estarem

adequadamente preparadas para essa prática (SILVA, EGAS, 2022; MONTEIRO, 2017).

Com o evento da pandemia de COVID-19, que impediu 1,7 bilhões de estudantes no mundo inteiro de assistirem aulas presenciais (UNESCO, 2020), houve, além da suspensão de aulas com práticas experimentais, uma aceleração do processo de uso de recursos computacionais por parte dos professores brasileiros. (MARTINS, 2020; CANI, 2019).

Considerando que o uso de práticas experimentais presenciais envolve dificuldades inerentes à diferentes variáveis da realidade de inúmeras escolas brasileiras: falta de infraestrutura adequada para práticas experimentais, inexistência de kits experimentais, dificuldades dos professores em encontrarem tempo para montar, desmontar e dar manutenção nos equipamentos experimentais, etc. (MONTEIRO, 2017), a tendência é que as atividades experimentais presenciais sejam cada vez mais reduzidas.

Isso significa dizer que, apesar das fundamentais contribuições que as atividades experimentais podem trazer para o processo de ensino e de aprendizagem, das contínuas discussões, conclusões de pesquisas sobre o laboratório, a experimentação, a coleta de dados, o levantamento de hipóteses, as discussões em busca de resoluções de problemas e de argumentos que justifiquem os dados obtidos, continuarão distantes da maioria das escolas brasileiras mesmo que, atualmente muito se fale das metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem de Ciências.

Não obstante a contribuição das inúmeras ferramentas didáticas desenvolvidas a partir da evolução das Novas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – NTDIC – aplicadas ao ensino, muitas críticas são feitas no sentido de que tais simulações e/ou animações se constituem em mera idealização da realidade e, por isso, sendo limitadas, não oferecem as possibilidades que as práticas experimentais convencionais, presenciais apresentam (MEDEIROS, MEDEIROS, 2002).

Há que se considerar que apesar de contribuir com a contextualização da discussão de conceitos científicos, possibilitar o levantamento e o teste

de hipóteses, bem como de propiciar o desenca- deamento de discussões interessantes e importan- tes sobre os conceitos e permitir a visualização do modelo conceitual para a explicação do fenômeno (visualização de campo, de grandezas vetoriais e escalares) impossível, obviamente, em situação da experimentação real, não podemos nos esquecer de que as simulações são apenas representações da realidade, seguindo uma modelagem matemá- tica estabelecida no programa computacional que estabelece o funcionamento da simulação. Diz res- peito, portanto, às situações em condições ideais e não reais. Nesse contexto, os dados não precisam ser tratados, discussões sobre exatidão e precisão e teoria erros no processo de medida são dispensá- veis. Esses aspectos evidenciam que as simulações computacionais são atividades complementares e não substitutivas das atividades experimentais reais. Nesse sentido, atualmente, há um crescimento es- tudos que propõem a utilização de laboratórios controlados remotamente em aulas de ciências. Os chamados weblab são recursos didáticos reais, não virtuais, porém sua estrutura física não se encontra montada em nenhum lugar da escola, próximos dos alunos. Na verdade, todos os dispositivos envolvidos para a realização de coleta de dados estão funcio- nando em outro local, às vezes, distantes muitos quilômetros da escola onde a atividade experimental será realizada com o aluno. Assim, o que possibi- lita a realização desses experimentos por parte dos alunos é a existência de um computador ligado à rede mundial de computadores (MONTEIRO, 2017). Neste trabalho apresentamos um estudo relativo às potencialidades do uso de um experimento real, mas controlado remotamente, de forma que pode ser realizado por meio de recursos que tenham acesso à internet.

2. A importância da experimentação e da experimentação remota

Não é novidade que as aulas de física tradicionais, centradas na fala do professor, nas quais o aluno apenas assiste, anota e faz exercícios de reforço da

teoria apresentada, são bastante enfadonhas. Ao contrário, aquelas aulas em que a prática de ensino possibilita ao aluno assumir posição ativa no proces- so de ensino e de aprendizagem é mais motivadora e prazerosa para os estudantes (HODSON, 1994). Portanto, as atividades experimentais são normal- mente utilizadas pelos professores com diferentes intuítos, dentre eles podemos citar:

- motivar os estudantes para o estudo de deter- minado tema científico;
- ensinar as técnicas de laboratório;
- abordar e/ou contextualizar conceitos;
- ensinar sobre a natureza da Ciência e do fazer científico;
- facilitar a aprendizagem e compreensão dos conceitos abordados; e
- propiciar o desenvolvimento de habilidades práticas (HODSON, 1994; BORGES, 2002).

Assim sendo, pode-se afirmar que o desenvolvimen- to de atividades práticas em sala de aula oportuniza contribuições não apenas nas dimensões de avanços cognitivos por parte dos alunos, relativos à compre- ensão de conceitos científicos, mas também enseja situações que permitem a eles o desenvolvimento de uma série de habilidades e competências.

Para OLIVEIRA (2010) as atividades de cunho expe- rimental envolvem os alunos em ações de natureza socializadora, estimulando-os a desenvolverem ha- bilitades sociais como o estabelecimento de vín- culos com parceiros para a realização de trabalhos colaborativos, incentivando-os também a ouvirem e considerarem a opinião de outros e a convivên- cia com o diferente e o contraditório. Assim, tais atividades desafia os discentes à tomada de deci- são, de terem iniciativa pessoal, sabendo formar sua opinião sem, contudo, desrespeitar a opinião alheia, entendendo que a liberdade de expressão é um direito que só pode ser exercido se for garantido para todos com o respeito.

O autor ainda enfatiza que a experimentação como recurso de ensino ainda é vantajoso por estimular o desenvolvimento da criatividade dos estudantes e

contribuir para que eles se aprimorem quanto às suas capacidades de, observação e de organização dos registros de informações realizados, de análise dos dados, bem como a de fazer o levantamento de hipóteses para a interpretação dos fenômenos estudados. Em convergência com essa opinião temos SÈRE, COELHO, NUNES (2003) enfatizando que a experimentação também pode contribuir para o estudante ser capaz de desenvolver o pensamento abstrato, ou seja, aquele que permite o uso de conceitos, símbolos e modelos para descrever situações que se estabelecem entre a causa e o efeito. Considerando, também, as demandas para a formação crítica do estudante, o uso da atividade experimental permite ao estudante estabelecer relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, permitindo a formação de um aluno crítico-reflexivo capaz de entender a realidade sócio cultural política e econômica na qual está inserido a partir dos conceitos, princípios e regras científicas (OLIVEIRA, 2010).

Outros autores também ressaltam muitas outras contribuições das estratégias experimentais para a formação do cidadão crítico, participativo e capaz de intervir na sociedade para resolver os problemas que surgem no cotidiano. Para além das competências conceituais e atitudinais, há que se admitir as contribuições que a experimentação traz aos alunos em termos de competências de natureza procedimental tais como: o manuseio de aparelhos para a tomada de medidas, a construção de gráficos, bem como a elaboração de argumentos que justifiquem os dados obtidos, que, nem sempre, estão de acordo com aqueles esperados pelo modelo proposto pela teoria, possibilitando discussões e análise. (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCCO, 2002; CARVALHO, GIL-PÉREZ, 2003). Desse modo a não realização atividades experimentais no contexto do Ensino de Ciências traz enormes prejuízos ao processo de formação do cidadão que vive numa sociedade parametrizada pelo desenvolvimento científico e tecnológico. Isso significa, para muitos, um despreparo para entender e participar da sociedade cujos fundamentos mais básicos se encontra na Ciência e na tecnologia. Numa época de intensificação do processo de globalização da

economia a incapacidade do cidadão de transformar informação em conhecimento o conduz ao desemprego, à fome, à miséria, à violência, enfim à exclusão social (MONTEIRO, 2017).

Não obstante, a realidade que vivemos é de desalento. Dados do Censo escolar de 2019 (INEP, 2020) evidencia que o Brasil está muito longe oferecer às suas escolas a infraestrutura mínima para a realização de experimentos. Destaca-se que as prefeituras, responsáveis por 89,9% das escolas brasileiras oferecem, em 28,8% o de laboratório de ciências. Nas instituições de ensino estaduais, cerca de 16% do total de escolas brasileiras, 37,5% dispõem dessa infraestrutura. No caso das escolas Federais, os laboratórios de ciências existem em 83,4% dos estabelecimentos de ensino, contudo as escolas controladas pelo governo federal representam apenas 1,1% do total das escolas do Brasil. É a partir desses dados que se torna possível entender as dificuldades relativas à implementação de práticas experimentais presenciais em sala de aula na Educação Básica: a evidente falta da estrutura mínima para o desenvolvimento de atividades experimentais, sem contar outros fatores como: a alta carga horária dos professores, o número excessivo de alunos por sala de aula, a quantidade reduzida de aulas de física, a falta de materiais e equipamentos para a pronta utilização, entre outros motivos como já destacados (MONTEIRO, 2017). Todavia, é possível observar, por meio das informações da figura 1, que há uma maior disponibilidade de acesso à internet.

Dessa forma, a atividade experimental, que é tão amplamente defendida por suas várias vantagens, acaba sendo apenas parte de um discurso sem aplicação. Uma alternativa oferecida para superar as limitações quanto à falta de laboratório e equipamento experimental é a utilização de laboratórios controlados remotamente (MONTEIRO *et al.*, 2013; MONTEIRO, 2017).

Essa tecnologia parece vir ao encontro das necessidades do professor, pois com ela não é mais necessário que ele construa o aparato experimental, gastando tempo e dinheiro, pois o experimento já está pronto, bastando, apenas acessá-lo pela

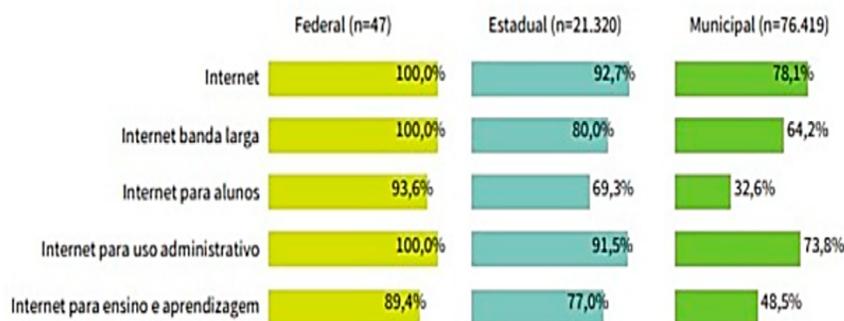


Figura 1. Disponibilidade de internet nas escolas de ensino médio no Brasil – 2020.

Fonte: INEP (2022)

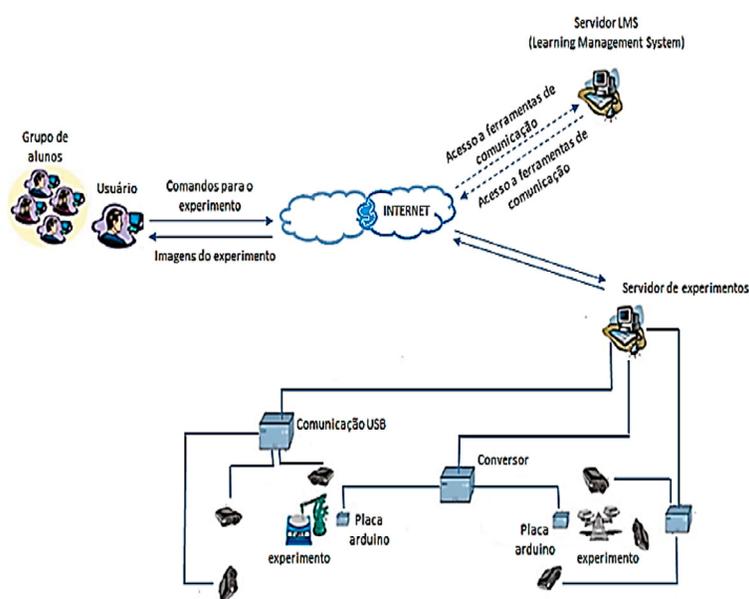


Figura 2. Esquema de funcionamento de um laboratório controlado remotamente.

Fonte: Adaptado de MONTEIRO *et al.* (2013 p. 197).

internet. Como vimos, o acesso à internet é muito mais disponível do que a estrutura de laboratório para uma parcela considerável das escolas brasileiras, especialmente para as escolas do Estado de São Paulo. Dessa forma, concordamos com os autores GIROTTI JUNIOR *et al.* (2022) que afirmam que as atividades de Laboratório remoto podem ser utilizadas com a função desenvolver práticas complementares ao processo de ensino e aprendizagem. Tal tecnologia ainda é nova no Brasil, mas se mostra pertinente visto o quadro da situação do ensino no país, onde laboratórios de ciência são raros em contraposição aos de informática e o acesso à internet. Para BENCOMO DORMIDO (2004) os laboratórios

controlados remotamente podem ser definidos como a disposição de experimentos reais que existem num local físico que não está na escola ou de onde o aluno está. Entretanto, pode ser acessado pelos estudantes e professores por meio de computadores, tablets ou mesmo smartphones ligados à internet. As imagens do experimento, bem como todo o controle e ajustes de seus parâmetros, são obtidos por meio de câmeras e de circuitos eletroeletrônicos, respectivamente, que automatizam o funcionamento do equipamento permitindo a coleta de dados. MONTEIRO *et al.* (2013) oferecem um esquema do funcionamento de um laboratório controlado remotamente, conforme a figura 2.

Pelo esquema dessa figura, um laboratório controlado remotamente pode ser acessado mediante à conexão com a internet, sendo possível ao aluno escolher, entre diversas opções, o experimento que deseja realizar. Ao escolher por uma delas, é possível visualizar o dispositivo experimental por meio de câmeras locais e ajustá-lo às condições iniciais de tomada de dados com os comandos feitos pelo mouse do computador. Assim, o estudante poderá alterar as configurações de parâmetros experimentais e coletar dados, visualizando-os por meio de medidores disponíveis no aparato experimental montado.

Há também a disponibilidade de recursos de apoio à aprendizagem do estudante, como, por exemplo, textos de apoio, vídeoaulas, simulações, animações, bem como salas de bate-papos, fóruns para discussão, proposição de problemas, entre outros. Autores como JOHNSTON, AGARWAL (1995) afirmam que as características de um laboratório controlado remotamente são as seguintes:

- controle à distância, bem como o monitoramento de aparatos experimentais;
- existência de recursos de comunicação multimídia entre os usuários;
- disponibilização de diferentes recursos de apoio ao processo de aprendizagem dos estudantes como: textos, figuras, esquemas, arquivos, caderno de notas digital, etc.
- sistema de gerenciamento como agendamento, escolha de experimento disponíveis;
- recursos de segurança tais como: dar permissão ou negar acesso a usuários, bem como para dirimir quaisquer falhas que o sistema possa apresentar;
- disponibilização de diversos tipos mídias interativas entre professor, alunos e experimento, tais como dispositivos de voz, de imagem, de observação de dados, de coleta de resultado e configuração do aparato experimental;
- largura de banda adequada para permitir a comunicação de dados, assim como de imagens e vídeos sem delays.

Para GARCÍA-ZUBÍA (2004 pp. 2-3) um laboratório controlado remotamente precisa disponibilizar os seguintes recursos técnicos:

- um conjunto de hardwares para o controle e acesso aos motores e a automação do experimento.
- uma página web que permita o acesso ao hardware do aparato experimental;
- existência de um software capaz de estabelecer comunicação entre o usuário e o conjunto de hardware através da rede;
- um servidor que armazene a páginas web e a aplicação cliente-servidor;
- webcams adequadas para poder mostrar na página web as diferentes ações de controle do usuário;
- um programa de gestão administrativa para lidar com senhas, tempo de conexão, segurança de acesso e afins.

Com o objetivo de ampliar a prática experimental de seus estudantes de engenharia, foi criado na Universidade de Siena na Itália o ACT (Automatic Control Telelab), um dos primeiros laboratórios totalmente controlados remotamente no mundo. Voltado para a área de engenharia, a ideia era permitir que os estudantes estudassem por meio da realização de experimentos disponibilizando os aparatos experimentais 24 horas por dia (CASINI, PRATTICIZZO, VICINO, 2003).

Do ponto de vista econômico em relação à implementação e manutenção da infraestrutura, em comparação ao laboratório convencional presencial, laboratórios controlados remotamente, são muito mais vantajosos, tendo em vista o fato de não limitar o número de alunos que podem acessá-lo e por não restringir o seu uso, oferecendo muito mais flexibilidade para os estudantes. Além disso, há que se considerar a possibilidade de serem compartilhados por diferentes instituições de ensino, permitindo maior interação e trocas de ideias, reduzindo custos de implementação, gestão e manutenção. (BISCHHOOF, RÖHRING, 2001; GARCIA-ZUBÍA,

2004; LOPES, 2007; CARDOSO, TAKAHASHI, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2013).

Outras vantagens destacadas por esses autores, em relação aos experimentos controlados remotamente são:

- **Flexibilidade:** o aparato experimental pode ser manipulado no contexto de sala de aula, juntamente com o professor e colegas presentes fisicamente, ou na residência do estudante, em bibliotecas, salas de estudos, enfim, também como uma atividade extra - sala de aula, nas chamadas atividades de campo. Mesmo sozinho fisicamente, o aluno ainda pode contar com a presença dos colegas e do professor de maneira remota;
- **Inclusividade:** oferecem condições de serem mais adaptáveis a todos alunos, inclusive aqueles que necessitam de necessidades especiais. Essa característica amplia a democratização da atividade e facilita o processo de inclusão.

Em nosso estudo, temos como objeto de estudar as contribuições reais de um laboratório controlado remotamente e, para tanto, comparamos um experimento controlado remotamente com outro presencial do ponto de vista pedagógico.

Detalhes da metodologia de coleta e análise dos dados são descritas no item que segue.

3. Metodología

Neste trabalho, de caráter qualitativo, investigamos o impacto de um experimento controlado remotamente em comparação com o mesmo experimento realizado presencialmente de forma convencional. A ideia foi a de compreender se o experimento remoto poderia contribuir com o ensino de conceitos científicos, mais especificamente de física, quando não se tem acesso à possibilidade de se realizar experimentos presenciais convencionais.

Para tanto, selecionamos cinco escolas públicas brasileiras do Estado de São Paulo, com turmas do Ensino Médio. O critério de escolha dessas escolas

foi por se colocarem à disposição em participar do nosso trabalho investigativo.

Em cada uma das cinco escolas aplicou-se os experimentos em duas turmas de terceiro ano, abordando a temática relacionada aos conceitos ligados à primeira Lei de Ohm e de circuitos elétricos classificados em série, em paralelo e misto. Esses temas foram escolhidos devido a grande dificuldade de aprendizagem apresentadas pelos alunos em relação aos conceitos envolvendo os fenômenos elétricos. BARBOSA *et al.* (1999) chamam a atenção para o fato de os alunos apresentarem muitas dificuldades com a aprendizagem de conceitos de Física de forma em geral, contudo, enfatizam aqueles relacionados à eletricidade. Os autores destacam ainda que, principalmente em relação ao tema de circuitos elétricos, os alunos do Ensino Médio tendem a desconsiderar o papel da configuração do circuito elétrico na intensidade luminosa de uma lâmpada, atribuindo a esse caráter apenas a sua potência nominal.

Nesse sentido, visando investigar se as atividades experimentais poderiam contribuir para a superação dessas dificuldades e, se as atividades realizadas no laboratório remoto poderiam contribuir na mesma medida que o laboratório presencial convencional, em cada escola uma turma de terceiro ano, (3º ano R), realizava a atividade experimental controlada remotamente, enquanto, a outra turma (3º ano P), realizava a atividade experimental presencial convencional. Como está indicado na tabela 1.

Antes da realização experimental, presencial ou remota, os professores solicitaram que suas turmas de alunos pesquisassem em livros ou na internet o tema relacionando aos circuitos elétricos em série, paralelo e misto e buscassem responder a seguinte questão: A configuração do circuito elétrico interfere na potência elétrica dissipada?

Em aulas posteriores, os alunos apresentaram seus trabalhos e o professor retomando o tema, explicou-o detalhadamente, buscando sanar possíveis dúvidas dos estudantes.

Em outra aula, um pré-teste relativo aos conceitos básicos de circuitos elétricos foi aplicado, com o objetivo de comparar o desempenho dos alunos

Tabela 1. Distribuição das turmas de alunos onde foi aplicado o experimento

ESCOLA	3º ANO R	3º ANO P
1	Experimento controlado remotamente Número de alunos = 31	Experimento presencial convencional Número de alunos = 34
2	Experimento controlado remotamente Número de alunos = 36	Experimento presencial convencional Número de alunos = 38
3	Experimento controlado remotamente Número de alunos = 33	Experimento presencial convencional Número de alunos = 32
4	Experimento controlado remotamente Número de alunos = 30	Experimento presencial convencional Número de alunos = 34
5	Experimento controlado remotamente Número de alunos = 33	Experimento presencial convencional Número de alunos = 34

Turmas de alunos onde foi aplicado o experimento

Fonte: Elaboração do autor.

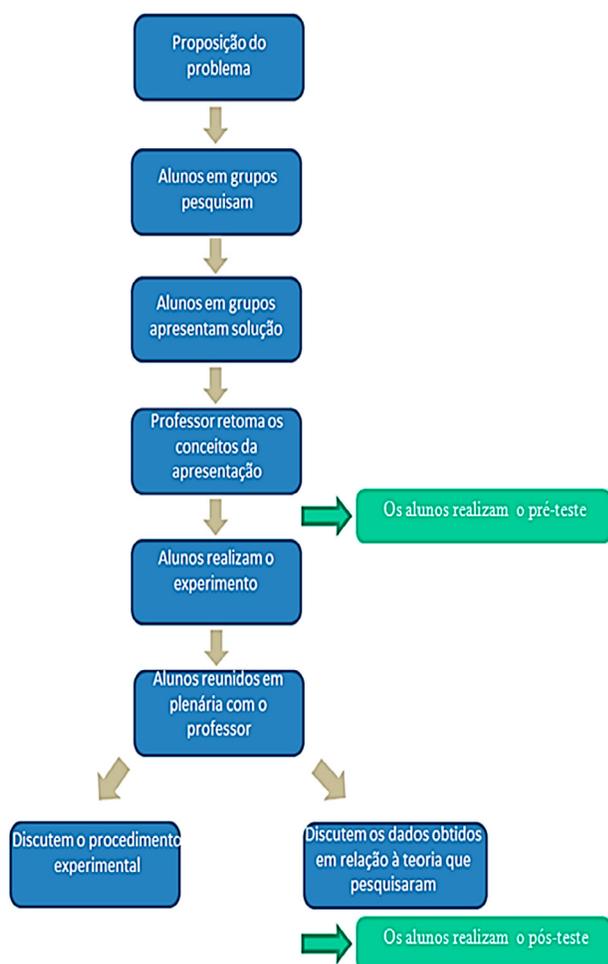


Figura 3. Etapas das atividades.
Fonte: Elaboração do autor.

em pós teste, ou seja, e um teste realizado após a realização dos experimentos.

Somente em uma aula após a aplicação do pré-teste, os experimentos, presencial e remoto, foram aplicados. Após a realização do experimento, cada uma das turmas realizou um pós-teste.

Em resumo, a figura 3 apresenta as etapas das atividades realizadas pelos alunos e professor na pesquisa.

a. Descrição da atividade presencial convencional aplicada

O experimento presencial convencional foi elaborado e idealizado pelo orientador deste trabalho com a perspectiva de ser de baixo custo e de fácil construção e manuseio. Constituiu-se dos seguintes materiais: de uma placa de madeira na qual se adapta três lâmpadas com soquete e um suporte de 4 pilhas de 1,5 V cada uma. Como indicado na figura 4.



Figura 4. Materiais utilizados para elaboração do experimento presencial.
Fonte: Elaboração do autor.

As conexões entre as lâmpadas foram feitas por 6 ganchos (pitão) parafusados na madeira e por 4 trincos de portão (aldravas) como indicado na figura 5. O experimento presencial convencional permitia a possibilidade de montagem de três configurações diferentes de circuito elétrico: circuito em série, em paralelo e misto, como se pode ver nas figuras 6, 7 e 8.

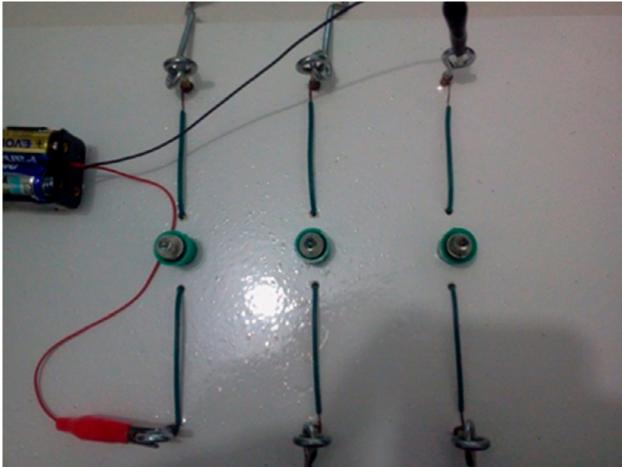


Figura 5. Visualização da montagem do experimento presencial.
Fonte: Elaboração do autor.

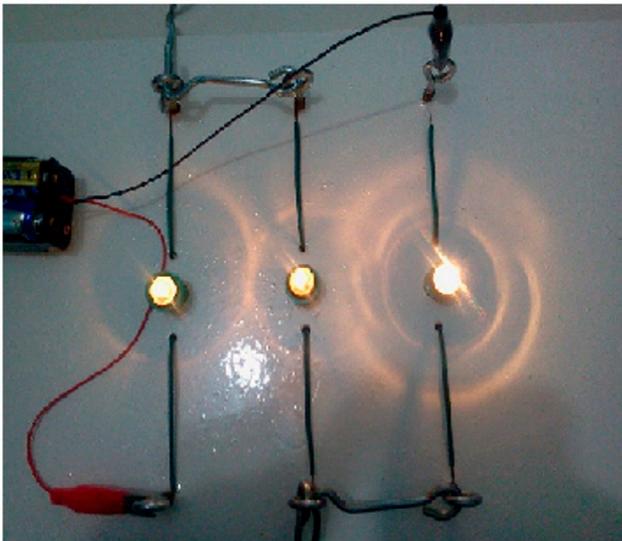


Figura 6. Experimento presencial montado em série.
Fonte: Elaboração do autor.

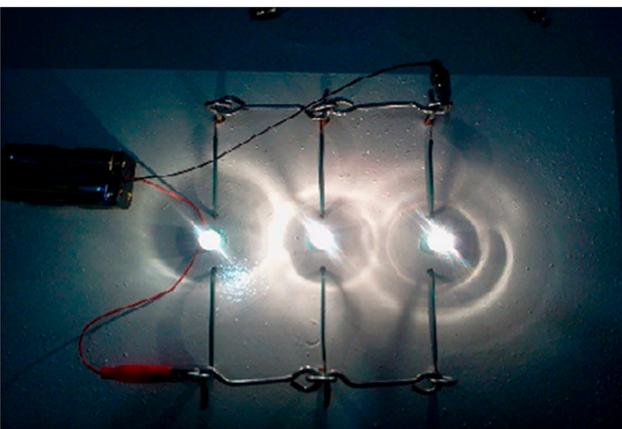


Figura 7. Experimento presencial montado em paralelo.
Fonte: Elaboração do autor.

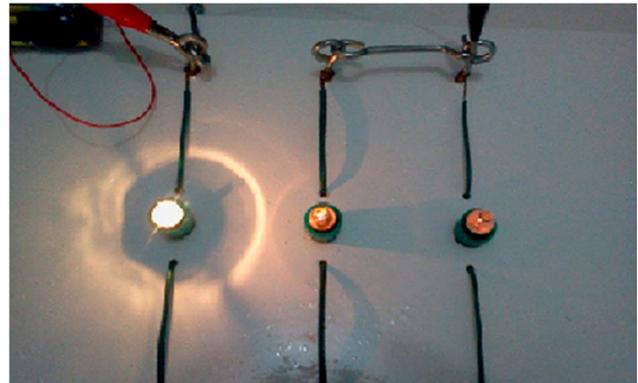


Figura 8. Experimento presencial com circuito misto.
Fonte: Elaboração do autor.

b. Descrição da atividade experimental controlada remotamente

A construção do experimento controlado remotamente foi realizada com diversos materiais e equipamentos: uma placa de madeira como base do experimento que é similar à um painel sinótico, leds de alto brilho, dois multímetros, relés, lâmpadas incandescentes, uma placa Arduino UNO (plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre), bem como outros elementos eletroeletrônicos: chaves, circuitos integrados, resistores, fios, etc. Na figura 9, mostramos a parte frontal da montagem visualizada por um usuário no momento da realização da atividade experimental remota. As chaves (S1, S2 e S3) são representadas pelo acionamento de leds vermelhos que, de forma lúdica, caracterizam o estado dos contatos elétricos presentes no circuito misto (série e paralelo) das lâmpadas de 12Vcc (L1, L2 e L3). Em uma placa, a relés conferem o acionamento real dos contatos das lâmpadas e os contatos de comutação dos multímetros presentes na montagem. Os dois instrumentos têm a função de voltímetro e de amperímetro. O circuito de comando é estabelecido a partir da placa Arduino UNO. A leitura e a coleta de todos os dados são realizadas, em tempo real, pelo usuário através de uma câmera.

eletroeletrônicos: chaves, circuitos integrados, resistores, fios, etc. Na figura 9, mostramos a parte

frontal da montagem visualizada por um usuário no momento da realização da atividade experimental remota. As chaves (S1, S2 e S3) são representadas pelo acionamento de leds vermelhos que, de forma lúdica, caracterizam o estado dos contatos elétricos presentes no circuito misto (série e paralelo) das lâmpadas de 12Vcc (L1, L2 e L3). Em uma placa, a relés conferem o acionamento real dos contatos das lâmpadas e os contatos de comutação dos multímetros presentes na montagem. Os dois instrumentos têm a função de voltímetro e de amperímetro. O circuito de comando é estabelecido a partir da placa Arduino UNO. A leitura e a coleta de todos os dados são realizadas, em tempo real, pelo usuário através de uma câmera.

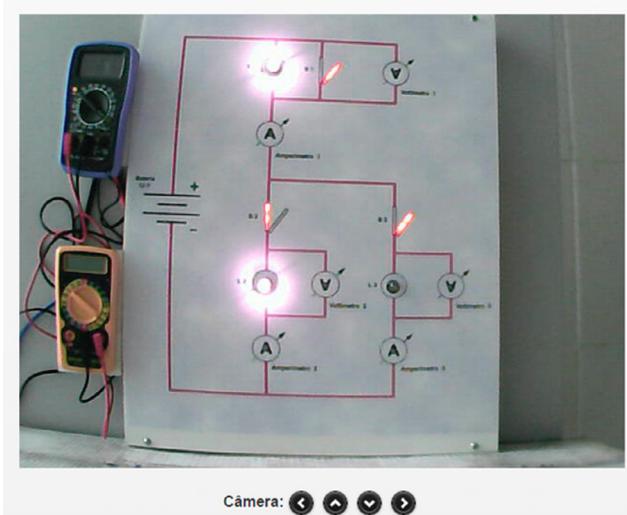


Figura 9. Visualização da montagem do experimento remoto.
Fonte: Elaboração do autor.

Da mesma forma que o experimento presencial convencional, dependendo do acionamento das chaves os estudantes podem ter diferentes configurações do circuito.

A seguir temos as figuras 10, 11 e 12 a partir das quais mostramos o circuito nas configurações de um circuito em série, um circuito paralelo e um circuito misto.

Tanto no experimento presencial convencional, quanto no experimento controlado remotamente, os conceitos científicos abordados são: corrente

elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, potência elétrica dissipada e circuitos elétricos em série, em paralelo e misto. Pela intensidade do brilho das lâmpadas, nas diferentes configurações de circuito, é esperado que os alunos possam fazer uma análise qualitativa da potência elétrica dissipada. Porém, o uso de um multímetro, que pode funcionar como voltímetro e como amperímetro, pode permitir a leitura de corrente elétrica e de tensão nos diferentes pontos dos circuitos montados.

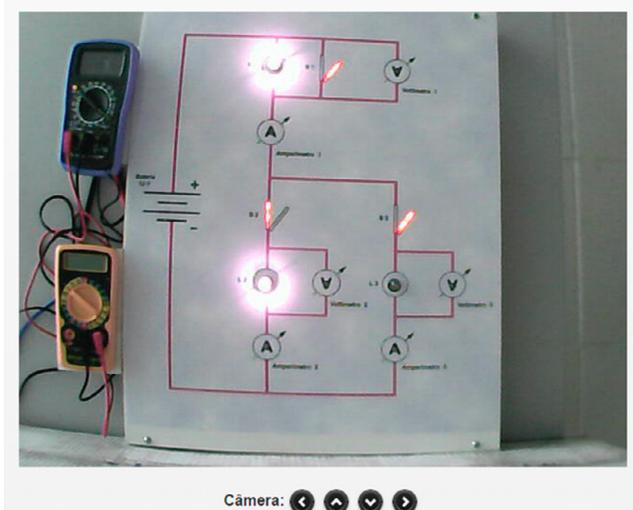


Figura 10. Experimento remoto montado em série.
Fonte: Elaboração do autor.

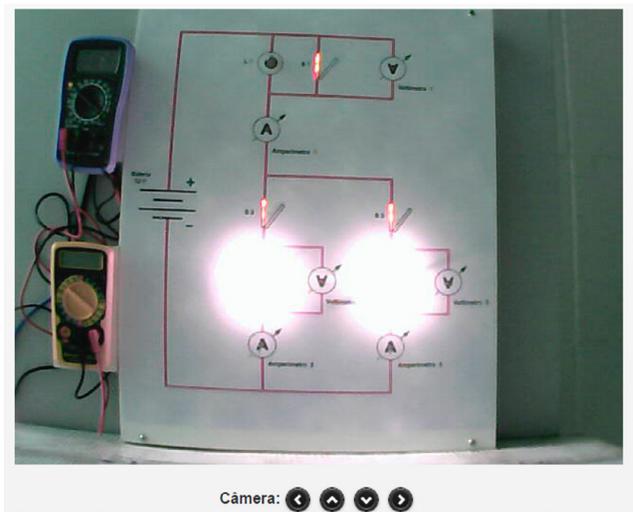


Figura 11. Experimento remoto montado em paralelo.
Fonte: Elaboração do autor.

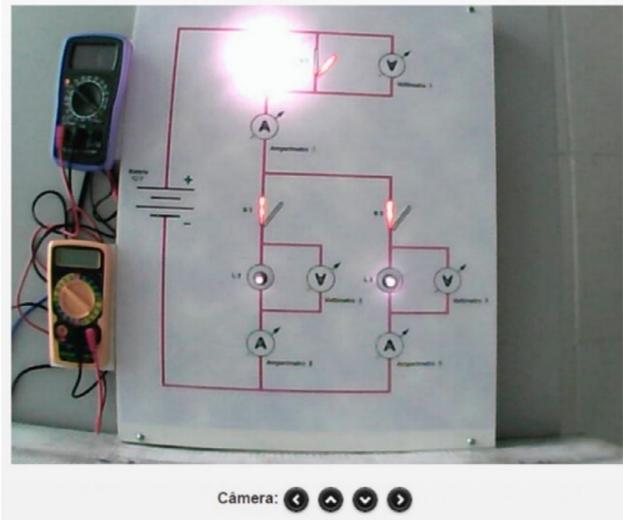


Figura 12. Experimento remoto com circuito misto.

Fonte: Elaboração do autor.

c. Metodologia de análise dos dados

O estudo quantitativo do impacto sobre a aprendizagem dos alunos, considerando a utilização de atividades experimentais e, em especial, aquelas que podem ser realizadas de forma remota, levou-nos a considerar dois momentos de validação de hipóteses: a primeira relativa à importância significativa da experimentação no processo de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos; a segunda, relativa à possibilidade de o experimento controlado remotamente constituir uma alternativa para as escolas, professores e alunos que não dispõem de recursos para realizar tais atividades em suas escolas. Para tanto, utilizamos do método de aplicação de pré e pós-testes para avaliar a existências de ganhos de aprendizagem com a utilização das atividades experimentais presenciais e controladas remotamente. Para LINDENAU, GUIMARAES (2012), num teste estatístico, realizado para avaliar o quanto um procedimento foi melhor do que outro, é importante calcular o tamanho desse efeito em relação à relevância estatística. Os autores afirmam que, atualmente, tem sido cada vez mais utilizado e, em algumas publicações exigidas, que o tamanho do efeito seja determinado.

Dessa forma, pensando em situações de ensino e de aprendizagem, a conclusão dos autores enfatiza o fato de não bastar para validação estatística do método de ensino que, num teste estatístico, mostremos que o desempenho de alunos a partir de uma abordagem de ensino inovadora tenha sido maior do que em situações em que abordagens tradicionais foram utilizadas em sala de aula. Segundo LINDENAU, GUIMARAES (2012), é fundamental saber o quanto esse desempenho foi maior para, só então, utilizar os resultados estatísticos para validar o novo método de ensino. Os autores afirmam que, diante de quarenta diferentes modos para a determinação do tamanho de efeitos, um que se mostrou bem adequado para avaliar a diferença de efeito entre duas condições específicas foi o método D - Cohen (1977). Outro parâmetro utilizado para mensurar a diferença de efeito ou o ganho alcançado é o fator de g de GERY (1972). Para se calcular o fator d de Cohen, podemos utilizar a seguinte expressão:

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

Onde:

- \bar{x}_1, \bar{x}_2 – são as médias do grupo experimental e do grupo de controle, respectivamente;
- n_1, n_2 – são os tamanhos amostrais dos grupos analisados;
- s_1^2, s_2^2 – são as variâncias amostrais dos grupos analisados.

Do ponto de vista de COHEN (1977), o valor de d pode ser interpretado da forma como indicada na tabela 2.

Tabela 2. Classificação dos valores de D-Cohen

Classificação	Valores
Efeito Pequeno	0,00 < d < 0,20
Efeito Médio	0,20 < d < 0,80
Efeito Grande	d > 0,80

Valores de D-Cohen. **Fonte:** COHEN (1977).

Para o cálculo do fator g de Gery, utilizamos a seguinte expressão:

$$\langle g \rangle = \frac{\bar{x}_{pós-teste} - \bar{x}_{pré-teste}}{N_{máxima} - \bar{x}_{pós-teste}}$$

Onde:

$\bar{x}_{pós-teste}$ — média do pós-teste;

$\bar{x}_{pré-teste}$ — média do pré-teste;

$N_{máxima}$ — nota máxima

Do ponto de vista de GERY (1972), o valor de g pode ser interpretado como indicado na tabela 3.

Tabela 3. Classificação dos valores de G-Gery

Classificação	Valores
Ganho Baixo	0,00 < g < 0,30
Ganho Médio	0,30 < g < 0,70
Ganho Alto	g > 0,70

A seguir, apresentamos as nossas análises, com o uso desse método descrito anteriormente.

4. Resultados

Na figura 13 são apresentados os dados das turmas 3A e 3B, no pré-teste e no pós-teste, para cada uma das cinco escolas. Nessa figura, há tabelas contendo as seguintes informações: ganho médio, média do pré, média do pós e D- Cohen. Logo acima de cada tabela, aparece o gráfico que mostra no eixo horizontal o número do aluno, variando em uma faixa de 0 a 35. E, no eixo vertical está indicada a média, com valores de 0 a 10. A linha do gráfico representada pela cor azul indica os dados do pré-teste, sendo a de cor laranja a indicação do pós-teste. Analisando os resultados relativos ao desempenho dos alunos dos terceiros anos, podemos notar um melhor desempenho dos estudantes que realizaram as atividades controladas remotamente. Nesse caso, não somente o D-Cohen indica esse aspecto, como também o G de Gery.

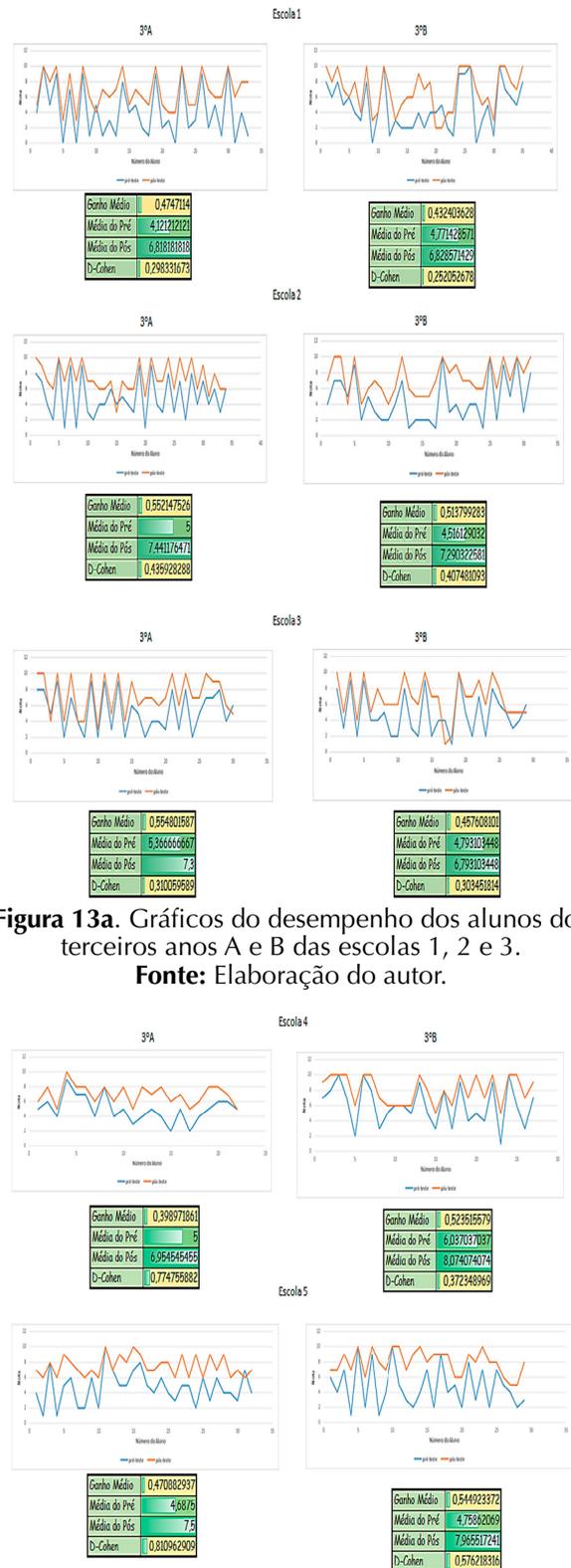


Figura 13a. Gráficos do desempenho dos alunos dos terceiros anos A e B das escolas 1, 2 e 3. **Fonte:** Elaboração do autor.

Figura 13b. Gráficos do desempenho dos alunos dos terceiros anos A e B das escolas 4 e 5. **Fonte:** Elaboração do autor.

Chamou-nos a atenção o pequeno efeito das atividades nas turmas A e B da escola 1. Pelos gráficos, podemos notar que o desempenho no pós-teste foi superior ao desempenho no pré-teste; contudo, quando calculado o tamanho do efeito promovido, tal desempenho é considerado fraco no critério D-Cohen e médio no critério de Gery.

Em relação às demais turmas, os efeitos podem ser considerados médios e fortes, caracterizando a efetividade das atividades experimentais para o processo de ensino e de aprendizagem.

O desempenho superior dos alunos após a realização da atividade experimental não se deve ao fato de que ela em si tenha ensinado mais e com melhor qualidade. Isso se deveu às múltiplas e ricas situações de ensino proporcionadas ao processo de ensino e de aprendizagem, tais como: tornar evidente aquilo que os alunos pensam sobre o mundo à sua volta, possibilitar a criação e a reformulação de modelos e esquemas mentais, a manipulação direta que permite o levantamento, o teste de hipóteses e o consequente estabelecimento de relação de causa e efeito relativo ao fenômeno observado, a interação social efetiva entre alunos e o professor, facilitando o processo de aculturação dos estudantes, o debate e a criação de modelos explicativos e argumentativos, sem falar na motivação que proporcionou.

Destaca-se o fato de que os estudantes, alvo desse estudo, não se submeteram, passivamente, apenas às aulas expositivas sobre o tema a ser apreendido. É importante lembrar que desde o início os alunos foram motivados a pesquisar textos, a assistir vídeos-aulas, a debater, a elaborar sínteses e a realizar apresentações sobre o assunto científico a ser estudado. Adotaram, portanto, desde o início, uma postura ativa e interativa que, evidentemente, contribuiu para a melhoria do aprendizado mesmo antes da realização da atividade experimental.

Provavelmente, se tivéssemos aplicado o pré-teste após situações de aprendizagem muito comuns em nossas escolas, limitadas unicamente à exposição do professor, o resultado do tamanho do efeito indicado tanto pelo D-Cohen quanto pelo G-Gery após a realização experimental seria bem maior.

A pequena vantagem observada em direção às atividades controladas remotamente, talvez, possa ser explicada pelo fator motivação desencadeado nos estudantes. O fator inovação, nesse caso, chamou a atenção dos alunos. Além de não estarem acostumados a adotar um papel mais ativo no processo de ensino e de aprendizagem, os estudantes ficaram bastante interessados e intrigados com o fato de realizarem uma atividade experimental comandando um aparato a distância. Em situações cotidianas, a partir das quais a atividade controlada remotamente passe a ser uma prática pedagógica comum no contexto de sala de aula, acreditamos que a diferença motivacional causada pelos dois tipos de atividade experimental deva deixar de existir.

De qualquer maneira, do ponto de vista conceitual, podemos admitir, pelos resultados obtidos, que a atividade experimental realizada remotamente ofereceu as mesmas oportunidades aos alunos de aprendizado tanto quanto às atividades experimentais realizadas presencialmente.

5. Considerações finais

Nosso estudo teve como objetivo investigar se experimentos controlados remotamente poderiam contribuir para o ensino de conceitos científicos em física, especialmente em cenários em que não era possível realizar experimentos presenciais convencionais. A análise comparativa que realizamos entre os dois métodos de experimentação evidenciou que o trabalho experimental, independentemente de ser remoto ou presencial, se mostrou útil para a compreensão de conceitos científicos por demais abstratos, como é o caso daqueles relacionados à eletricidade e circuitos elétricos. A abordagem experimental, tanto presencial quanto remota, buscou superar essas dificuldades, incentivando os alunos a explorarem e compreenderem esses conceitos por meio de atividades práticas. Isso ficou patente nos resultados obtidos após a aplicação das atividades experimentais, tanto presenciais quanto remotas, que indicam melhorias significativas no desempenho dos alunos em testes posteriores. Os dados revelaram

que os estudantes que participaram das atividades experimentais demonstraram um aumento no conhecimento e compreensão dos conceitos abordados. A análise das pontuações e do tamanho do efeito (D-Cohen e G-Gery) mostraram que, em média, os alunos que realizaram os experimentos controlados remotamente tiveram um desempenho levemente superior aos que participaram dos experimentos presenciais convencionais. Essa diferença pode ser atribuída, em parte, à motivação extra proporcionada pela novidade da abordagem remota.

A natureza inovadora dos experimentos controlados remotamente parece ter motivado os alunos a terem envolvimento mais ativo no processo de aprendizado. Essa motivação pode ter contribuído para o desempenho um pouco superior observado nesse grupo. É importante ressaltar que os alunos foram envolvidos desde o início do estudo, pesquisando, debatendo e apresentando sobre o tema antes da realização dos experimentos. Isso sugere que essa abordagem prévia também pode ter contribuído para a melhoria do aprendizado e para a diferença relativamente pequena entre os métodos de experimentação.

Apesar da diferença de desempenho observada, o estudo sugere que, em termos conceituais, a abordagem experimental remota oferece as mesmas oportunidades de aprendizado que os experimentos presenciais convencionais. A tendência é que, com a integração gradual da abordagem remota no ambiente educacional, a diferença motivacional diminua. De maneira geral, o estudo enfatiza a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizado de conceitos científicos. As atividades experimentais, tanto presenciais quanto remotas, oferecem aos alunos uma oportunidade prática para explorar, testar hipóteses, interagir com os conceitos e aprimorar a compreensão dos fenômenos abordados. Contudo, é importante destacar, que a introdução de métodos inovadores, como a atividade experimental remota, pode ser um fator motivador e estimulante para os alunos. A possibilidade de interagir com o conteúdo de forma diferente pode aumentar o interesse e a participação dos estudantes no processo educacional.

Portanto, com base na pesquisa realizada, pode-se concluir que o desenvolvimento de experimentos controlados remotamente tem o potencial de ser uma alternativa eficaz para a realização de experimentos presenciais convencionais, oferecendo oportunidades de aprendizado comparáveis e, em alguns casos, motivacionalmente enriquecidas. Essa abordagem inovadora pode contribuir para a superação de dificuldades de aprendizado, especialmente em tópicos complexos da física, e pode ser uma ferramenta valiosa para escolas, professores e alunos que enfrentam limitações de recursos para atividades experimentais convencionais.

6. Referências

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Porto Alegre, v. 25, n. 2, pp. 176-194. 2003. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172003000200007>
- BARBOSA, J. O. et al. Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no Ensino Médio. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 105-122, 1999.
- BISCHOFF, A.; RÖHRIG, C. Remote experimentation in a collaborative virtual environment. In: *Proceedings of the 20th World Conference on Open Learning and Distance Education*, 2001.
- BORGES, A. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, pp. 291-313, 2002.
- CANI, J. B. Letramento digital de professores de Língua Portuguesa: cenários e possibilidades de ensino e de aprendizagem com o uso das TDIC. 2019. 216f. Tese (Doutorado em Estudos Linguísticos) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2019.
- CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Rio de Janeiro, RJ, v. 11, n. 3, pp. 185-208, 2011.

- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências. 7. ed. Cortez. São Paulo: Brasil. 2003.
- CASINI, M.; PRATTICHIZZO, D.; VICINO, A. E-Learning by Remote Laboratories: a new tool for control education. In: Advances in Control Education 2003 (ACE 2003): A Proceedings Volume from the 6th IFAC Symposium, Oulu, Finland, Elsevier, 2003.
- COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences (rev. ed.). Academic Press. New York: USA, pp. 357-410, 1977.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. Cortez. São Paulo: Brasil. 2002.
- DORMIDO, B. S. Control learning: present and future. Annual Reviews in Control, Barcelona, Spain, v. 28, n. 1, pp. 115-136. 2004. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2003.12.002>
- GAMA JÚNIOR, R. C. A indissociação da eletricidade e do magnetismo por meio da integração entre atividades experimentais e computacionais. 2018. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2018.
- GARCÍA-ZUBÍA, J. Laboratorio WebLab aplicado a la Lógica Programable: WebLab PLD. VITecnologías Aplicadas aa Enseñanza de Electrónica. TAAE 2004.
- GERY, F. W. Does mathematics matter? Research papers in economic education, pp. 142-157, 1972.
- GIROTTI JUNIOR, G.; CACHICHI, R. C.; GALEMBECK, E.; VAZQUEZ, P. A. M. Analysis of undergraduate students' and teaching professional's perceptions about practical activities involving remote laboratory. Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, Bogotá, v. 17, n. 2, pp. 300-316, 2022. <https://doi.org/10.14483/23464712.17860>
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 12, n. 3, pp. 299-313, 1994. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4417>
- INEP. Divulgação dos Resultados 2020 Ministério da Educação Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. [s. l. s. n.]. Disponível em: https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2020/apresentacao_coletiva.pdf. Acesso em: 25 AGO. 2022.
- JOHNSTON, W.; AGARWAL, D. The virtual laboratory: Using networks to enable widely distributed collaborative science. In: A NSF Workshop Virtual Laboratory whitepaper. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 1995.
- LINDENAU, J. D.; GUIMARÃES, L. S. P. Calculando o tamanho de efeito no SPSS. Revista HCPA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 3, n. 32, 2012.
- LOPES, S. P. M. L. Laboratório de Acesso Remoto em Física. Tese de Doutorado. 147f. Universidade de Coimbra, 2007.
- MARTINS, R. X. A covid-19 e o fim da educação a distância: um ensaio. Rede: Revista de Educação a Distância, XXXXX, v. 7, n. 1, pp. 242-256. 2020. <https://doi.org/10.53628/emrede.v7.1.620>
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. DE F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, SP, v. 24, n. 2, pp. 77-86, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172002000200002>
- MONTEIRO, M.A.A. Um estudo das contribuições para o processo de Ensino e de Aprendizagem de conceitos de Física a partir de experimentos controlados remotamente. Tese de Livre-docência - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. 2017.
- MONTEIRO, M. A. A. et al. Protótipo de uma atividade experimental para o estudo da cinemática realizada remotamente. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, SC, v. 30, n. 1, pp. 191-208. 2013. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p191>
- MORO, F. T. Atividades experimentais e imulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p987>
- MOURA, W. C. Propostas de ensino de Física em óptica geométrica usando uma simulação do PHET e óptica física através de experimentos. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

- NOZELA, C. DE F. V. Do positivo ao negativo: utilizando ferramentas computacionais e experimentação para a simulação de (meta)materiais refrativos. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.
- OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente/Contributions and approaches of the experimental activities in the science teaching: Gathering elements for the educational practice. *Acta Scientiae Canoas/RS*, v. 12, n. 1, pp. 139-153, 2010.
- PEDROSO, L. S. Articulação entre laboratório investigativo e virtual visando a aprendizagem significativa de conceitos de eletromagnetismo. 225 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.
- PINHO A. F. J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, SC*, v. 17, n. 2, pp. 174-188, 2000.
- SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, SC* v.20, n.1, pp.30-42, 2003.
- SILVA, A.; EGAS, V. S. Percepção da importância do uso de atividades experimentais na aprendizagem de química de um grupo de estudantes concluintes do ensino médio em uma escola pública em Tefé/AM. *Revista Insignare Scientia - RIS, Cerro Largo, RS*, v. 5, n. 1, pp. 209-234, 2022. <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n1.12155>
- SILVEIRA, W.; BEDIN, E. Aprender pela pesquisa centrada no aluno: um movimento para desenvolver os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, Passo Fundo, RS*, v. 5, n. 1, 2021. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12643>





PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE ASPECTOS DA SUA FORMAÇÃO E PRÁTICAS PARA ENSINAR CIÊNCIAS

PERCEPTIONS OF TEACHERS FROM THE FIRST YEARS OF FUNDAMENTAL EDUCATION ON ASPECTS OF THEIR EDUCATION AND PRACTICES TO TEACH SCIENCES

PERCEPCIONES DE LOS DOCENTES DE PRIMEROS AÑOS DE EDUCACIÓN PRIMARIA SOBRE ASPECTOS DE SU FORMACIÓN Y PRÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS

João Paulo Camargo de Lima^{✉*}, Fabiele Cristiane Dias Broietti^{✉**},
Keila Padilha de Oliveira Camargo de Lima^{✉***}, Tamires Bartazar Araújo^{✉****}

Cómo citar este artículo: Lima, J. P. C., Broietti, F. C. D., Lima, K. P. O. C. L. y Araújo, T. B. (2023). Percepções de professores dos anos iniciais do ensino fundamental sobre aspectos da sua formação e práticas para ensinar ciências. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 440-454. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19295>

Resumen

En este artículo buscamos identificar las percepciones de los docentes que enseñan Ciencias en los primeros años de la Enseñanza Básica sobre aspectos de su formación y prácticas para la Enseñanza de las Ciencias en este nivel educativo. Se aplicó un cuestionario a ocho docentes en el que se abordaron aspectos de su formación inicial, metodologías y enfoques de enseñanza; planificación y organización de clases; así como dificultades, dudas y desafíos de sus prácticas de aula, para enseñar Ciencias. Las respuestas de los docentes fueron organizadas e interpretadas siguiendo los supuestos del análisis de contenido, a través del cual se encontraron tres categorías: percepciones sobre aspectos de su formación para enseñar Ciencias; aspectos relacionados con la organización, planificación y desarrollo de las clases de Ciencias, y las principales dificultades y retos a los que se enfrentan los docentes en el ejercicio de la actividad docente. A pesar de las dificultades y barreras en la Enseñanza de las Ciencias, la búsqueda de recursos didácticos y estrategias didácticas por parte de los docentes demostró ser un potenciador para fomentar la formación y el desarrollo profesional docente.

Palabras clave: Ciencias de la Naturaleza. Enseñanza primaria. Formación de Profesores.

Recibido: Abril de 2022; aprobado: Agosto de 2023

* Doutor em Física. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Londrina. Brasil. joapaulo@utfpr.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6847-8076>.

** Doutora em Educação para Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Londrina (UEL). Brasil. fabieledias@uel.br - ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-0638-3036>.

*** Mestra em Ensino de Ciências e Educação Matemática. IAPAR-IDR Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná. Brasil. keilapadilha@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3607-6790>.

**** Mestra em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza. Escola Municipal Olavo Soares Barros – Cambé/ Secretaria Municipal de Educação - Londrina. Brasil. tamiresbartazareja@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9730-9762>.

Abstract

In this article we seek to identify the perceptions of teachers who teach science in the early years of elementary school regarding aspects of their education and practices for teaching science at this educational level. A questionnaire was applied to eight teachers with questions about aspects of their initial teacher education, methodologies and teaching approaches; planning and organization of classes, as well as difficulties, doubts and challenges of their classroom practices, to teach Science. The teachers' answers were organized and interpreted following the assumptions of Content Analysis. Through the analyzes we found 3 categories: the perceptions about aspects of their training to teach Science; aspects related to the organization, planning and development of Science classes and the main difficulties and challenges faced by teachers in the exercise of teaching activity. Despite the difficulties and barriers encountered in teaching Science, the search for didactic resources and teaching strategies by teachers proved to be a potentiator to foster teacher training and professional development.

Keywords: Elementary School. Nature Science. Teacher Education.

Resumo

Neste artigo buscamos identificar as percepções dos professores que ensinam Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental a respeito de aspectos da sua formação e práticas para o ensino de Ciências neste nível educacional. Foi aplicado um questionário a oito professores abordando aspectos da sua formação inicial, metodologias e abordagens de ensino; planejamento e organização das aulas, bem como dificuldades, dúvidas e desafios de suas práticas em sala de aula para ensinar Ciências. As respostas dos professores foram organizadas e interpretadas seguindo os pressupostos da Análise de Conteúdo. Mediante as análises constatamos 3 categorias: as percepções sobre aspectos da sua formação para ensinar Ciências; aspectos relacionados a organização, planejamento e desenvolvimento das aulas de Ciências e as principais dificuldades e desafios enfrentados pelos professores no exercício da atividade docente. Apesar das dificuldades e barreiras encontradas para ensinar Ciências, a busca por recursos didáticos e estratégias de ensino por parte dos professores mostrou-se potencializadora para fomentar a formação e o desenvolvimento profissional docente.

Palavras chave: Ciências da Natureza. Ensino Fundamental. Formação de Professores.

1. Introdução

O ensino de Ciências na atualidade tem exigido dos educadores competências profissionais de grande amplitude e complexidade, bem como um conjunto de necessidades formativas (VILLANI, PACA, FREITAS, 2002; ABREU, BEJARANO, HOHENFELD, 2013, CARVALHO, GIL-PÉREZ, 2006). Em se tratando do ensino de Ciências da Natureza nos anos iniciais do Ensino Fundamental, é imprescindível que o professor desenvolva atividades que despertem o interesse do aluno, proporcionando reflexões sobre os conhecimentos científicos (CARVALHO, 1997; CORRÊA, MALACARNE, 2018). Sendo assim, é essencial que os educadores estejam empenhados com o processo de ensino e que desenvolvam ações educativas que promovam a ampliação da visão de mundo do estudante.

Neste nível de ensino, a disciplina de Ciências é ministrada, geralmente, por um professor pedagogo, denominado professor polivalente, na maioria das vezes responsável por ministrar conteúdos de distintas áreas disciplinares. A formação do professor pedagogo tem sido ao longo do tempo objeto de debates, questionamentos e controvérsias principalmente no que diz respeito à sua identidade e as distintas funções exercidas em sua prática profissional (BELUSCI, BAROLLI, 2013).

Neste contexto, a formação do pedagogo não contempla somente a formação para a docência, mas também a formação relacionada com a gestão, a administração e a supervisão escolar (BRASIL, 2006). Diante destas características, BELUSCI, BAROLLI (2013) enfatizam o aspecto generalista da formação do pedagogo.

Segundo AUGUSTO, AMARAL (2015), os futuros professores pedagogos necessitam de uma base consistente de conhecimentos específicos. Os mesmos autores ressaltam que a falta de relações entre as disciplinas pedagógicas com as específicas resulta em uma carência de carga horária direcionada ao desenvolvimento de conteúdos específicos de Ciências. De acordo com BELUSCI, BAROLLI (2013), um dos grandes problemas identificados na formação destes

profissionais refere-se à insuficiência de domínio dos conteúdos específicos. Vários estudos têm corroborado esse aspecto (CANIATO, 1987; DELIZOICOV, ANGOTTI, 2000; FUMAGALLI, 1998; FREITAS, 1988; BONANDO, 1994; MARIN, 2003; CONTI, 2003; CARVALHO, 2003). Essa carência acarreta dificuldades ao longo do processo de ensino, evidenciadas tanto no planejamento das aulas como também na organização de atividades diferenciadas (MIZUKAMI et al., 2002; CARVALHO, 2003; LONGHINI, 2008).

Em contrapartida, outros pesquisadores enfatizam a necessidade da superação dessa concepção de déficit, carência e formação inadequada do professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental para ensinar Ciências e buscam compreender e identificar os saberes que esses professores possuem, bem como suas percepções e práticas diárias que contribuem para um efetivo ensino de Ciências (LIMA, MAUÉS, 2006; FERNANDES, MEGID NETO, 2012; PIZARRO, BARROS, LOPES JUNIOR, 2016).

Recentemente, políticas públicas têm sido apresentadas com o objetivo de nortear a formação inicial e continuada de professores na educação básica, bem como propor competências específicas norteadoras, que em tese buscam dirimir os problemas a respeito da formação de professores para ensinar Ciências nos anos iniciais, apontados pelos autores citados anteriormente (BRASIL, 2019). As diretrizes apresentadas nessas políticas públicas são no atual momento objeto de intenso e acalorado debate.

Nossa investigação, neste artigo, vai ao encontro dessa concepção de superação da concepção de déficit e busca um entendimento das percepções dos professores acerca de aspectos da sua formação e da sua prática profissional, no sentido de romper com uma visão mais prescritiva daquilo que o professor deve ou não fazer em suas aulas e despender esforços na compreensão daquilo que o professor pensa e faz em sala de aula para ensinar Ciências. Neste sentido, apresentamos a questão balizadora desta investigação: Quais as percepções dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental a respeito de aspectos da sua formação, bem como de

suas práticas em sala de aula para ensinar Ciências? Para responder a essa questão organizamos este artigo da seguinte forma: apresentamos uma seção sobre o ensino de Ciências e os professores que ensinam Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental, construída a partir da perspectiva de vários autores que estudam tal temática. Na continuidade descrevemos os procedimentos metodológicos, seguido da apresentação, análise e discussão dos dados. Por fim, apresentamos algumas considerações oriundas deste movimento analítico.

2. O ensino de ciências e os professores que ensinam ciências nos anos iniciais do ensino fundamental

O ato de ensinar e aprender Ciências impõe desafios aos professores e estudantes. Considerando os primeiros sujeitos, concordamos com VILLANI, PACCA, FREITAS (2002 p. 16) ao mencionarem que ensinar Ciências “exige uma competência profissional com uma amplitude nunca vislumbrada”. Aspectos relacionados com conflitos socioeconômicos, complexidade da sala de aula, bem como avanços nas tecnologias de informação e comunicação, e as exigências da sociedade atual para a formação de cidadãos conscientes, reflexivos e cientificamente alfabetizados são características inerentes a serem administradas pelo professor no âmbito de sua ação profissional, para obter êxito nas práticas de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Neste sentido, “*uma das contribuições que o ensino de ciências pode trazer, vincula-se ao seu próprio modo de construir conhecimento*” (SASSERON, 2019 p. 564). De acordo com POZO, CRESPO (2009 p. 21) aprender Ciências é “um exercício de comparar e diferenciar modelos, não de adquirir saberes absolutos e verdadeiros”. Considerando tais ideias, LONGHINI (2008) aponta que um dos aspectos que dificultam a aprendizagem dos estudantes é o fato de que muitos professores possuem “*a crença de que basta ‘falar os conteúdos’ ou ‘dar a resposta’ para que os estudantes*

aprendam” (LONGHINI, 2008 p. 242). O autor menciona a pesquisa de RABONI (2002), na qual, ao investigar alguns professores, notou que estes apresentavam a necessidade de chegarem a uma ‘resposta certa’, ‘uma resposta correta’, “*processo esse que não ocorre na própria Ciência, uma vez que ela não oferece verdades imutáveis*” (LONGHINI, 2008 p. 242).

Ensinar Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental compreende possibilitar aos estudantes os primeiros contatos com os conhecimentos específicos de Ciências de maneira mais sistematizada, sendo este momento considerado de fundamental importância para a progressão da aprendizagem nos anos subsequentes (CARVALHO, 1997; CORRÊA, MALACARNE, 2018).

[...] se nesse processo inicial o ensino transcorrer de forma agradável e fizer sentido para as crianças, elas terão uma maior probabilidade de, nos anos posteriores, serem bons alunos. Nessa fase, suas curiosidades se fazem bastante aguçadas, pois, em geral, procuram respostas e explicações para tudo o que veem e ouvem. (p. 57)

Dentre as especificidades e características do ensino de Ciências neste nível de ensino, um ponto essencial reside no fato de que nos anos iniciais do Ensino Fundamental o ensino é geralmente desenvolvido por um professor pedagogo, responsável por ministrar conteúdos e disciplinas de distintas áreas do conhecimento, bem como exercer funções relacionadas com a gestão, a administração e a supervisão escolar.

Outro ponto discutido refere-se à relação estabelecida entre as disciplinas pedagógicas e específicas cursadas durante o curso de formação do professor pedagogo, que não aparentam possuir uma integração entre si (AUGUSTO, AMARAL, 2015). Os autores ressaltam que “[...] a inclusão de disciplinas de conteúdo específico não poderia estar dissociada da respectiva e concomitante metodologia de ensino” (AUGUSTO, AMARAL, 2015 p. 507).

[...] conteúdos específicos no Ensino Superior voltado para a preparação do professor polivalente se faz necessária, sendo que uma disciplina de sessenta horas é insuficiente para promover o ensino de metodologias e conteúdos de ensino, além da inserção dos debates contemporâneos sobre Ciência e o ensino de Ciências.

Os autores supracitados reforçam a importância da discussão, do entendimento, análise e o conhecimento das possíveis causas dos fenômenos apresentados em sala de aula, relacionando esses conhecimentos à sociedade, aspecto também destacado por OVIGLI, BERTUCI (2009). Diante de tais apontamentos ressalta-se uma preocupação com a formação desse professor polivalente, principalmente no que diz respeito aos conteúdos relacionados ao ensino de Ciências Naturais.

Durante o curso de formação em pedagogia, almeja-se que o futuro docente desenvolva competências fundamentais relacionadas com a educação básica, atuando em diversas áreas do conhecimento, articulando-as de forma a desenvolver um trabalho interdisciplinar, e ainda que promova a alfabetização dos estudantes (LIMA, 2007; RANGEL, 2017). No que diz respeito aos conhecimentos relacionados com os conteúdos da disciplina de Ciências, GABINI, DINIZ (2012) salientam:

É consensual que o professor precisa ter domínio sobre o tema a ser tratado. No entanto, a formação do professor que atua nos anos iniciais envolve disciplinas relativas à área de Ciências da Natureza, mas que não chegam, entretanto, a fornecer subsídios efetivos para que o futuro professor consiga lidar, de forma tranquila, com os diversos conteúdos que encontrará na realidade cotidiana (GABINI, DINIZ, 2012 p. 334).

Considerando tais apontamentos, LONGHINI (2008) menciona que o livro didático passa a assumir um papel fundamental como fonte de informação para os professores, agravando a problemática, pois pesquisas têm indicado a baixa qualidade de alguns livros didáticos de Ciências, bem como problemas relacionados com erros conceituais.

Em suma, todos esses aspectos impõem aos professores que ensinam Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a necessidade de uma aprendizagem em sua prática diária. De acordo com vários autores, algumas das maneiras mais eficazes de favorecer o desenvolvimento profissional dos professores parecem ser aquelas relacionadas ao seu trabalho e sua prática profissional, de modo que o aprender e o ensinar não sejam separados no espaço e no tempo dessa mesma prática (HARGREAVES et al., 2002; DAY, 1998, 2014). Nesse sentido, entendemos que a aprendizagem e o desenvolvimento profissional do professor ocorrem não somente em sua formação inicial, mas ao longo de sua vida profissional. Nesta perspectiva, o aprendizado docente que decorre da prática profissional diária, torna-se objeto de investigação e um desafio a ser enfrentado pelo professor. Dessa maneira, identificar e buscar compreender os saberes que esses professores possuem, bem como suas percepções e práticas diárias, torna-se uma forma de contribuir mais efetivamente para a superação dos desafios apontados (ARAÚJO, LIMA, PASSOS, 2020).

PIZARRO, BARROS, LOPES JUNIOR (2016) compartilham de algumas reflexões sobre a formação de professores para ensinar Ciências. Os autores apontam que a falta de espaço para discussão a respeito das metodologias em Ciências limita a formação desses professores, que buscam muitas vezes preencher essas lacunas nas especializações e outros cursos formativos. Com essa falta de discussão, na formação inicial, fica a ideia de que ensinar Ciências compreende apenas ensinar conceitos, “[...] ensinar esses conteúdos conceituais é apenas uma parte da contribuição que esses profissionais podem dar à formação científica do aluno” (PIZARRO, BARROS, LOPES JUNIOR, 2016 p. 432).

Os mesmos autores ainda destacam que para mudar essa visão, referente à formação dos professores dos anos iniciais, uma alternativa seria:

[...] partir dos saberes que esses professores já possuem, o que fazem em seu dia a dia e que contribui para um ensino de Ciências de qualidade, para que

seja diagnosticado o que necessita de aprimoramento, ressaltando que isso não se trata de uma “reforma” na sua formação, mas sim de uma contribuição. (PIZARRO, BARROS, LOPES JUNIOR, 2016 p. 433)

Ao invés de um estudo em relação à carência dos saberes docentes destes professores, seria necessário investigar os conhecimentos que os professores já possuem e quais os conhecimentos necessários para o desenvolvimento de suas práticas pedagógicas. Nesta mesma linha de pensamento, LIMA, MAUÉS (2006) apontam:

[...] o grande desafio para as professoras das séries iniciais e para nós, formadores, é superar a crítica do déficit do domínio conceitual e colocar em outros patamares as necessidades formativas dos professores e professoras que formamos. Compreendermos melhor quem é a criança e o que significa ensinar ciências para elas e para os professores delas. Para as professoras, o desafio é o de acreditarem que podem e sabem ensinar ciências para as crianças. Recuperarem sua autoestima e planejar aulas ricas de sentidos em circulação. (p. 196)

Corroborando as ideias apresentadas, PIZARRO, BARROS, LOPES JUNIOR (2016) sugerem ações para a formação de professores de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Uma ação de formação docente para os professores dos anos iniciais precisa, portanto, levar em consideração não apenas o que se acredita que eles não sabem, mas especialmente o que eles têm feito de relevante e que pode ser aprimorado para contribuir com a alfabetização científica dos alunos nos anos iniciais de escolaridade. Notamos assim a importância da formação do professor para trabalhar com as diversas maneiras de pensar e fazer Ciências no espaço de sala de aula (PIZARRO, BARROS, LOPES JUNIOR, 2016 p. 434).

É nesta perspectiva que se insere este estudo, o qual busca um entendimento das percepções dos professores acerca de aspectos da sua formação e da sua prática profissional, no sentido de romper com

uma visão mais prescritiva daquilo que o professor deve ou não fazer em suas aulas e despende esforços na compreensão daquilo que o professor pensa e faz em sala de aula para ensinar Ciências. Na continuidade, apresentamos os procedimentos metodológicos adotados.

3. Metodologia

Esta investigação é balizada nos pressupostos de uma pesquisa de natureza qualitativa, abordagem de pesquisa que tem grande adesão na área de Educação e, por conseguinte, na área de Ensino de Ciências. A escolha dos métodos e teorias para conduzir uma pesquisa qualitativa é um dos aspectos fundamentais citados por FLICK (2009 pp. 23-25). O autor descreve estes aspectos da seguinte forma: i) Apropriabilidade de métodos e teorias; ii) Perspectivas dos participantes e sua diversidade; iii) Reflexividade do pesquisador e da pesquisa; iv) Variedade de abordagens e de métodos. De maneira semelhante, BOGDAN, BIKLEN (1994 p. 47-50) apontam que a investigação qualitativa possui cinco características: 1. A fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; 2. A investigação qualitativa é descritiva; 3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; 4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; 5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

Nesta pesquisa, os dados foram coletados mediante um questionário semiestruturado, em que haviam dispostas seis (06) questões dissertativas, que versavam sobre aspectos da formação inicial para ensinar Ciências; metodologias e abordagens de ensino; planejamento e organização das aulas, bem como, as dificuldades, dúvidas e desafios de suas práticas em sala de aula.

Os participantes da pesquisa foram oito professores com formação acadêmica em pedagogia, que atuam nos anos iniciais do Ensino Fundamental na rede pública de um município do norte do Paraná. Estes

participantes foram selecionados para a pesquisa por fazerem parte de um projeto denominado iniciação científica, cujo objetivo foi desenvolver atividades investigativas ou atividades fundamentadas no ensino por investigação em sala de aula de oito escolas municipais do norte do Paraná.

Todos os participantes são graduados em pedagogia; dos oito professores, cinco possuem especializações; seis possuem de 1 a 3 anos de atuação da sua prática profissional, 1 possui seis anos de experiência na docência e apenas 1 possui 15 anos.

Os professores participantes foram nomeados como P1, P2, P3, sucessivamente até P8. Na Tabela 1 mostramos o perfil docente dos participantes da investigação. Na sequência são apresentadas as análises e discussão dos dados.

Tabela 1. Características dos participantes da pesquisa

	Idade	Tempo de atuação	Ano escolar em que atua	Formação acadêmica
P1	26	1 ano e 8 meses	4º ano	Pedagogia
P2	27	1 ano e 9 meses	4º ano	Pedagogia/ Especialização em Gestão Escolar
P3	26	3 anos	3º ano	Pedagogia/ Especialização Metodologia do Ensino Superior
P4	27	3 anos	4º e 3º anos	Pedagogia
P5	24	2 anos	5º ano	Pedagogia/ Especialização em Neuro-aprendizagem
P6	25	6 anos	5º ano	Pedagogia/ Especialização em Gestão Escolar, História, Arte e Cultura e Educação Infantil e Alfabetização. Graduando em História.
P7	28	3 anos	3º ano	Pedagogia
P8	47	15 anos	2º ano	Pedagogia/ Especialização em Psicopedagogia

Fonte: Os autores.

Para a estruturação e análise dos dados fez-se uso dos pressupostos da análise de conteúdo de BARDIN (2011), organizando as informações em três fases. Na pré-análise organiza-se o material que será analisado e realiza-se uma leitura inicial que

permite conhecer e familiarizar-se com o material analítico. Na segunda etapa, denominada de exploração do material, faz-se uma leitura mais aprofundada, buscando informações para posteriormente organizar o material. A partir dessa estruturação inicial ocorre a codificação e a categorização das unidades de análise. Na terceira etapa, inferência e interpretação, realiza-se a interpretação das mensagens comunicadas pelos participantes da pesquisa, bem como a comunicação desta interpretação do fenômeno investigado.

4. Resultados

Considerando o objetivo deste estudo – identificar as percepções dos professores que ensinam Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental a respeito de aspectos da sua formação e práticas para o ensino de Ciências neste nível educacional –, identificamos três grandes grupos que concentram as respostas dos professores às questões propostas, sendo elas: 1) Formação para ensinar Ciências; 2) Organização, planejamento e execução das aulas de Ciências; e, 3) Dificuldades e desafios referentes à prática de ensino em sala de aula.

A seguir apresentamos e analisamos os dados, seguidos de uma discussão. Para subsidiar nossa análise trazemos, sempre que possível, fragmentos dos registros das respostas dos professores, apresentando-os conforme a categorização estabelecida.

a. Formação para ensinar ciências

Nesta categoria foram alocados registros em que os professores mencionam a respeito de sua formação inicial em relação ao ensino de Ciências, como eram ministradas as disciplinas e as aulas, nos cursos de graduação. Os professores descrevem:

“[...] com textos teóricos e aulas expositivas no Dattashow (P3)”.

“[...]as aulas eram dinâmicas, mas não levaram em conta os conteúdos trabalhados no ensino fundamental (P4)”.

“[...] o professor falava sobre teorias educacionais, alguns conceitos ligados ao estudo de Ciências, em pequenas doses (P6)”.

“[...] ministrado pelo professor especialista na área, com aulas práticas sobre conteúdos de Ciências do ensino fundamental (P7)”.

“[...] eram ministradas de forma tradicional (P8)”.

Nos fragmentos selecionados, os professores mencionam que participaram de aulas teóricas e/ou práticas durante sua formação inicial, com predomínio de aulas teóricas. Os professores P1, P3, P5, P6 e P8, descrevem aulas majoritariamente de caráter teórico, já o professor P7 aponta que as aulas referentes ao ensino de Ciências eram de natureza prática, no entanto, sem mencionar mais detalhes. P2 descreve que as aulas eram tanto teóricas quanto práticas: “Eram ministradas unindo a teoria e a prática [...]” (P2). O professor P4 descreve que as aulas eram dinâmicas, não apontando se eram teóricas ou práticas, e descreve que as aulas não levavam em conta os conteúdos referentes ao Ensino Fundamental. P6 descreve que as aulas eram sobre didática e metodologia de ensino.

Diante das respostas dos professores investigados, sugere-se que o processo de formação docente, dos professores investigados compreendeu aulas práticas e teóricas, com o predomínio da segunda. Salientamos que a falta de integração entre a teoria e a prática pode dificultar o processo de construção do conhecimento.

Quando se manifestam sobre as suas próprias aulas, considerando a formação acadêmica que tiveram, os professores avaliam que suas aulas em geral são boas e bem produtivas e que buscam sempre pesquisar e estudar o tema a ser abordado: “Procuro passar os conteúdos acerca dos termos científicos, porém com exemplos do cotidiano” (P5). “[...] busco estudar o que vai ser trabalhado com os alunos e trazer o mais próximo possível do cotidiano deles [...]” (P2). O professor P2 ressalta que seria importante ter cursos formativos para discutir diferentes metodologias de ensino, considerando maneiras diversificadas de abordar os conteúdos. Com relação

ao seu planejamento, o professor menciona que o plano de trabalho facilita bastante, devido aos conteúdos serem bem específicos.

Também citam “[...] que as formações oferecidas pela secretaria [de Educação, do município] ajudam bastante para que as aulas sejam de qualidade [...]” (P7). Os professores em geral procuram pesquisar sobre o assunto antes de ministrar as aulas, as informações contidas na internet colaboram para realizar aulas mais diversificadas e mais interessantes, e sempre que possível realizam as aulas com objetos manipuláveis e imagens “[...] para que chegue o mais próximo da realidade do aluno” (P5).

Os professores P1 e P3 destacam que:

“Mesmo com pesquisas sobre o conteúdo a ser trabalhado, em algumas situações não consigo sanar as dúvidas dos alunos, por não ter conhecimento de determinado conteúdo (P1)”.

“Gostaria de saber mais, ou ter conhecimento sobre experiências e o que não aprendi (P3)”.

Os dois registros acima destacam dificuldades dos professores a respeito de conhecimentos científicos dos conteúdos, assim como atividades experimentais que abordam determinados conteúdos científicos. Os registros obtidos a partir das respostas dos professores no questionário, indicam uma aproximação com as pesquisas que apontam para uma carência na formação inicial a respeito dos conteúdos científicos (BELUSCI, BAROLLI, 2013; AUGUSTO, AMARAL, 2015; LONGHINI, 2008; BRICCIA, CARVALHO, 2016). Bem como podemos observar nos registros de P1 e P3 suas dificuldades em desenvolver os conteúdos de Ciências em sala de aula. Outro aspecto observado, é que parece haver uma preocupação dos professores em aproximar os conteúdos ministrados com a realidade, o cotidiano dos estudantes, “procuro passar os conteúdos acerca dos termos científicos, porém com exemplos do cotidiano” (P5). “[...] busco estudar o que vai ser trabalhado com os alunos e trazer o mais próximo possível do cotidiano deles [...]” (P2). “[...] para que chegue o mais próximo da realidade do aluno” (P5). Nota-se uma

preocupação por parte dos professores de que os conteúdos de Ciências da Natureza, ministrados nas aulas, ganhem sentido e significado aos estudantes. Na continuidade descrevemos a respeito das percepções dos professores sobre suas práticas em sala de aula, desde a organização, o planejamento, até a execução das atividades nas aulas de Ciências.

b. Organização, planejamento e execução das aulas de Ciências

Nessa categoria foram classificados os registros em que os professores mencionam acerca de como organizam e desenvolvem as suas aulas no que se refere ao conteúdo, metodologias, recursos e avaliação, ou seja, aspectos relacionados ao planejamento e ao desenvolvimento das aulas de Ciências. A seguir, apresentamos alguns fragmentos de respostas.

Os professores destacam que estruturam as aulas de acordo com os conteúdos já predefinidos pela Secretaria Municipal de Educação “Quanto ao conteúdo, sigo as orientações da Secretaria Municipal (P1)”. O professor P4 menciona que a cada trimestre os conteúdos escolares são preestabelecidos pela Secretaria Municipal. Também relata que faz buscas complementares em livros e sites da internet, buscando trabalhar de maneira contextualizada com a realidade dos estudantes “Os conteúdos são preestabelecidos, a cada trimestre, para preparar as aulas, estudamos os conteúdos, pesquisamos em livros e internet para se inteirar do mesmo (P4)”.

De forma similar, P2 aponta em seus registros a utilização de diversos materiais como textos, imagens e slides “Seleciono os materiais diversos sobre o conteúdo (textos, imagens, slides), e após realizo a construção dos conceitos e aulas. Busco tirar as dúvidas dos alunos, às vezes, essas dão início com o conteúdo, assim se viável as organizo na aula (P2)”. A maioria dos professores justifica a organização do conteúdo de Ciências a ser ministrado, de acordo com o que é estabelecido pela Secretaria de Educação do município.

Quanto à metodologia adotada, os professores P3, P5, P6 e P7 mencionam que geralmente realizam

aulas expositivas, sendo que as aulas de alguns desses professores são organizadas de acordo com os conteúdos, buscando informações em livros para complementar ou com aulas práticas

“[...] quando o conteúdo é pertinente, faço aulas práticas” (P7).

“Aula expositiva, leitura de textos, discussões acerca do tema estudado, além de pesquisas e seminários (P6)”.

“Geralmente aulas expositivas e quando o conteúdo é pertinente, aulas práticas (P7)”.

Analisando as respostas dos professores, destaca-se que a aula expositiva é a forma de ensino mais utilizada. Outro ponto de destaque é a utilização de textos na organização e desenvolvimento das aulas, como o caso do professor P4 e outros professores. O professor P4 ministra suas aulas a partir de textos e comenta sobre os conhecimentos prévios dos estudantes, “[...] levamos em consideração o que os alunos sabem para formular alguns conceitos” (P4). Nota-se pelo registro do professor que este aproveita para questionar os alunos sobre o assunto, utilizando informações que os mesmos já sabem para interagir na aula e desenvolver os conceitos. De forma similar os professores P2, P3 e P6 também utilizam textos no desenvolvimento de suas aulas. Os textos são utilizados de maneiras diferentes, seja em leituras em grupo, estímulo a discussões acerca do tema estudado, como forma de pesquisa e material utilizado para realização de seminários pelos estudantes.

“Além das orientações do plano de trabalho, sempre busco informações em livros para auxiliar na compreensão dos conteúdos, bem como aulas práticas, que também auxiliam no processo de aprendizagem (P1)”.

“Procuro, apesar do tempo, realizar trabalhos e atividades em duplas, além desses, leitura dos textos em grupos e atividades relacionadas aos mesmos (P2)”. Quanto aos diversos recursos utilizados pelos professores na realização de suas aulas, estes destacam: recursos digitais (vídeos; Datashow; notebook;

slides; tv; filmes; imagens), além de livros; revistas; textos e questionários; quadro; giz; torso e esqueleto. Podemos perceber que os professores utilizam diversos materiais para a organização e realização de suas aulas, isso indica que eles buscam enriquecer suas aulas com distintos materiais para atingir os objetivos de ensino pretendidos.

No que diz respeito ao processo avaliativo, alguns professores apontam aspectos da avaliação somativa, como podemos observar nos trechos apresentados a seguir.

“A avaliação é realizada ao término do conteúdo, para aferir a nota do aluno (P4)”.

“São avaliações escritas de acordo com o conteúdo estudado e o desenvolvimento do aluno no dia a dia (P8)”.

Há também, no relato de alguns professores, aspectos que direcionam para uma perspectiva de avaliação formativa, “geralmente as avaliações são contínuas, durante as discussões sobre o conteúdo” (P7). Os professores também relatam diversos instrumentos de avaliação (atividades orais, escritas, trabalhos, provas, pesquisas, produção de cartazes, relatórios e seminários), utilizados no processo avaliativo dos alunos, “além de pesquisa com a produção de relatório e cartazes, culminando com o seminário” (P6). No que diz respeito à variedade de instrumentos, SANMARTÍ (2007) destaca que não há instrumentos de avaliação bons ou maus, mas instrumentos adequados ou não às finalidades de seu desenvolvimento. Os instrumentos de avaliação devem possibilitar levantar informações sobre a atividade do aprendiz, identificando o já aprendido e o que precisa ser novamente reconduzido, a fim de gerar aprendizagem (BROIETTI, 2013).

O professor P2 menciona que faz retomada de conteúdo, quando necessário, buscando esclarecer tópicos que não foram compreendidos pelos alunos

a avaliação é elaborada baseando-se naquilo que foi trabalhado em sala de aula com os alunos, além dessa, na maioria das vezes realizamos atividades de

retomada dos conteúdos. Nesse momento de retomada é possível perceber o que os alunos entenderam e o que não entenderam. (P2)

Fazer essa retomada de conteúdo é essencial para o aluno (re)construir conhecimentos, e desta forma o professor consegue verificar se o aluno compreendeu o conteúdo estudado em sala de aula. Na sequência apresentamos as análises das respostas pertencentes à terceira categoria.

c. Dificuldades e desafios referentes à prática de ensino

Quanto às dificuldades com o conteúdo da disciplina de Ciências, apenas três professores disseram não ter dúvidas ao ministrar o conteúdo, os demais professores declararam apresentar dificuldades em alguns conteúdos, que se referiam ao corpo humano; reprodução; movimentos da lua; classificação dos seres vivos e corpo humano e seus sistemas. Os professores P3 e P6 relataram: “dúvidas sempre surgem principalmente devido à formação não ser na área de Ciências” (P3). “Todos os conteúdos geram dúvidas, mas por meio de pesquisas a maioria dessas dúvidas são sanadas” (P6).

Os professores expressam suas dificuldades em relação a alguns conteúdos, e que buscam saná-las por meio de estudos complementares. Os professores P3, P5 e P6 relatam que em suas aulas de Ciências sua maior dificuldade é o excesso de conteúdo para pouco tempo para ensinar Ciências, e que muitas vezes esse pouco tempo acaba atrapalhando o ensino dos conceitos de forma adequada para os alunos.

“[...] creio que é muito conteúdo para um curto espaço de tempo, no entanto, vamos organizando esses de acordo com o tempo disponível (P2)”.

“A principal dificuldade enfrentada é o excesso de conteúdos que acaba causando um atropelamento de conceitos (P6)”.

Além das dificuldades relatadas, outro obstáculo apontado pelos professores é a falta de ferramentas

de apoio, ou seja, materiais em que eles possam se fundamentar para a preparação das aulas e a construção do conhecimento. A carência de conhecimento dos conteúdos específicos de Ciências acarreta dificuldades no planejamento das aulas, como também na organização de atividades diferenciadas (MIZUKAMI et al., 2002; CARVALHO, 2003; LONGHINI, 2008).

Muitos professores optam pela busca de conteúdo na internet, mas destacam que isto demanda tempo de preparo da aula: “Às vezes não encontramos material para os alunos; recorreremos à busca na internet, em outros livros didáticos de anos posteriores” (P3). A fala de P3 corrobora as pesquisas que apontam para a utilização do livro didático, acrescido nestes tempos dos materiais obtidos na internet. Vários autores apontam que o livro didático passa a assumir um papel fundamental como fonte de informação para os professores (BIZZO, 1996; MONTEIRO JR., MEDEIROS, 1998; NÚÑEZ et al., 2003).

O professor P2 menciona que, além do excesso de conteúdo e pouco tempo de aula para trabalhar os conteúdos, a falta de um local específico para acessar e pesquisar os conteúdos acaba também prejudicando: “Acredito que atualmente uma das coisas que nos privam de explorar mais o conteúdo e construir conceitos junto com os alunos, principalmente através de pesquisas, é não termos disponível em nossa escola um laboratório de informática [...]”. (P2)

A falta de um local específico para consulta e planejamento das aulas é uma das queixas de um dos professores, argumentando que a falta desse espaço dificulta o planejamento e execução das aulas. Fomentar o uso de tecnologias no ambiente educacional é essencial para a prática dos professores, de modo que estes se familiarizem com as ferramentas computacionais, usufruindo de tais ferramentas no planejamento e execução de suas aulas.

Outro ponto apontado pelos professores P4 e P5 é a falta de atividades em ambientes extraclasse.

“[...] não poder sair da escola para fazer visitas (P4)”.

“[...] não há autorização para passeios extraclasse (P5)”.

A maior dificuldade encontrada pelos professores para realizar as atividades em outros ambientes é a falta de tempo e o excesso de conteúdos para um curto espaço de tempo, o que dificulta a realização dessas atividades. A burocracia em organizar atividades nestes outros ambientes de ensino acaba dificultando sua realização, além de problemas com o transporte, a alimentação, a autorização e os recursos financeiros. As mesmas dificuldades são apresentadas em outras pesquisas a respeito do desenvolvimento de atividades no ensino de ciências em ambientes não formais de educação (XAVIER, LUZ, 2016), bem como no desenvolvimento atividades diferenciadas, por exemplo, atividades que enfoque interdisciplinar (CAMILLO, GRAFFUNDER, TIMMERMANN, 2023).

Os professores manifestam que suas dificuldades e desafios em sala de aula estão vinculadas principalmente a: dificuldades em alguns conceitos, não ter conhecimento de distintas abordagens de ensino, tempo reduzido das aulas, excesso de conteúdos programados pela Secretaria Municipal de Educação, falta de recursos, materiais e infraestrutura (laboratórios), não acesso dos estudantes a outros ambientes para realização de visitas e atividades de campo.

“Em todas as áreas e disciplinas temos desafios, falar que não seria “mentir”. Os desafios em Ciências são superados de uma forma ou de outra, buscando um ensino de qualidade para os educandos (P3)”.

“Um desafio está ligado justamente à parte prática do ensino da disciplina de Ciências, pois as escolas não contam com laboratórios, além da impossibilidade de visitas a locais que possam contribuir com a aprendizagem do aluno (P6)”.

No estudo de CAMARGO, BLASZKO e UJIIE (2015), os autores analisam o trabalho docente direcionado ao desenvolvimento de ações educativas e práticas investigativas na área de Ciências, voltada aos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Segundo os autores, os desafios encontrados são a dificuldade no preparo de aulas experimentais, que está relacionado com a falta de aulas experimentais durante a sua formação, assim como desafios de falta de experiência.

Entretanto, os professores investigados têm clareza de que toda as disciplinas enfrentam estes mesmos desafios e que tais situações adversas devem ser refletidas no coletivo docente, a fim de buscar superar tais barreiras com vistas a um ensino de qualidade.

5. Resultados

Nesse artigo, buscamos investigar as percepções dos professores que ensinam Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental a respeito de aspectos da sua formação, bem como sua experiência prática ao ministrar aulas de Ciências. Neste sentido, a questão balizadora da pesquisa foi: Quais as percepções dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental a respeito de aspectos da sua formação, bem como de suas práticas em sala de aula para ensinar Ciências?

Mediante os resultados, foi possível identificar três grandes categorias que englobam as principais percepções dos professores, aqui investigados, em relação a aspectos da sua formação, assim como suas práticas em sala de aula.

Na primeira categoria – Formação para ensinar Ciências – os professores relatam que, em seus cursos de formação inicial, tiveram aulas majoritariamente teóricas. Poucas foram as menções de aulas de natureza prática. Os professores destacam ainda que algumas disciplinas que cursaram abordavam aspectos mais metodológicos, didáticos e abordagens pedagógicas para ensinar Ciências, sem buscar uma interface com os conceitos científicos. Somente um professor relata que as aulas eram desenvolvidas nesta perspectiva. Os professores relatam também a importância de formações continuadas para contribuir no aprimoramento dos saberes do conteúdo, bem como no conhecimento de distintas abordagens de ensino. Observa-se também como manifestação dos professores dificuldades em ensinar os conteúdos e a preocupação de aproximar esses conteúdos ensinados com a realidade dos estudantes.

Na segunda categoria – Organização, planejamento e execução das aulas de Ciências –, as percepções dos professores apontam para o uso de diversos

materiais que podem ser utilizados nas aulas, há um predomínio de aulas expositivas geralmente organizadas, de acordo com os conteúdos predefinidos pela secretaria municipal de educação, buscando informações em livros para complementar com aulas práticas. Outro recurso evidenciado é o uso de textos, que são utilizados de maneiras diferentes, seja em leituras em grupo, seminários e estímulo a discussões acerca do tema estudado. No que diz respeito ao processo avaliativo, alguns professores mencionam aspectos que caracterizam uma perspectiva de avaliação formativa, outros apontam a priorização de uma avaliação de caráter somativo. Na terceira categoria – Dificuldades e desafios referentes à prática de ensino – as percepções dos professores estão relacionadas ao excesso de conteúdos a serem ministrados, pouco tempo para desenvolverem as atividades necessárias para o ensino, a falta de materiais e falta de estrutura (laboratórios) nas escolas em que atuam, a dificuldade de acesso dos estudantes a ambientes extraclasse, como visitas a museus e aulas de campo. Outro ponto mencionado pelos professores investigados neste estudo é a ausência de conhecimento de alguns conteúdos específicos de Ciências para o desenvolvimento das atividades, o que converge com resultados de pesquisas publicadas na literatura da área.

Com esta investigação buscamos um entendimento das percepções dos professores acerca de aspectos da sua formação e da sua prática profissional. Dessa forma, constatamos que, embora os professores relatem dificuldades/desafios diante de sua formação inicial e ao desenvolverem suas aulas de Ciências, eles buscam sanar suas necessidades recorrendo em distintos recursos, tais como livros, sites da internet, simuladores e vídeos. Também relatam a busca por cursos de aprimoramento, que abordem diferentes aspectos da atividade docente.

À guisa de conclusão reforçamos a importância de uma formação inicial e continuada consistente que leve em consideração a integração entre conhecimentos teóricos e práticos, necessários à formação dos professores, nos diferentes níveis de ensino; o incentivo à utilização de distintos recursos

educacionais e; a prática de atividades experimentais como promotoras de habilidades importantes de investigação científica, no sentido de que estas ações possam potencializar ainda mais as ações já realizadas pelos professores de Ciências dos anos iniciais do Ensino Fundamental, nos distintos lugares onde atuam.

6. Referencias

- ABREU, L.; BENJARANO, N.; HOHENFELD, D. O conhecimento físico na formação de professores do Ensino Fundamental I. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, pp. 23-42. 2013.
- ARAÚJO, T. B.; LIMA, J. C.; PASSOS, M. M. Ensino por investigação: percepções docentes sobre suas práticas. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 15, pp. 1-17. 2020. <http://doi.org/10.14483/23464712.14834>
- AUGUSTO, T. G. S.; AMARAL, I. A. A formação de professoras para o ensino de ciências nas séries iniciais: análise dos efeitos de uma proposta inovadora. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 2, pp. 493-509. 2015. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020014>.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Editora Edições 70. São Paulo: Brasil. 2011.
- BELUSCI, H. T.; BAROLLI, E. Impasses na formação inicial de professores das séries iniciais para o ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [sl], v. 13, n. 1, pp. 135-158. 2013.
- BIZZO, N. Graves erros de conceito em livros didáticos de Ciências. **Ciência Hoje**, [sl], v. 21, n. 121, pp. 26-35. 1996.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto Editora. Porto: Brasil. 1994.
- BONANDO, P. A. **Ensino de Ciências nas séries iniciais do 1º grau – descrição e análise de um programa de ensino e assessoria ao professor**. Dissertação 147 f. Mestrado em Educação. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos. 1994.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP Nº 1, maio de 2006**. Ministério da Educação e do Desporto. 2006.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP Nº 2, dezembro de 2019**. Ministério da Educação. 2019.
- BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. D. Competências e formação de docentes dos anos iniciais para a educação científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, pp. 01-22. 2016. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180103>.
- BROIETTI, F. C. D. **O ENEM, o vestibular e o ensino de química: o caso da Universidade Estadual de Londrina**. Tese 352 f. Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2013.
- CAMARGO, N. D.; BLASZKO, C. E.; UJII, N. T. O ensino de ciências e o papel do professor: concepções de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. In ANAIS DO XII CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Curitiba, PR. 2015. pp. 2212-2227.
- CAMILLO, C. M.; GRAFFUNDER, K. G.; TIMMERMANN, R. S. Análise de propostas didáticas que envolvem a interdisciplinaridade e a contextualização no Ensino de ciências. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 38, n. 120, e12574-21. 2023. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2023.120.12574>.
- CANIATO, R. **Com Ciência na educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da ciência**. Papirus. São Paulo: Brasil. 1987.
- CARVALHO, A. M. P. Ciências no ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo n. 101, pp. 152-168. 1997.
- CARVALHO, A. M. P. A inter-relação entre a didática das ciências e a prática de ensino. In: SELLES, S. E. e FERREIRA, M. S. (orgs.). **Formação docente em ciências: memórias e práticas** EDUFF. Niterói: Brasil. pp. 117-35. 2003.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. 8ª ed. Cortez, São Paulo, 2006.
- CONTI, C. L. A. **Imagens da profissão docente: um estudo sobre professoras primárias em início de carreira**. 2003. Tese 177 f. Doutorado em Educação. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP. 2003.
- CORRÊA PIRES, E. A.; MALACARNE, V. Formação inicial de professores no curso de pedagogia para o ensino de ciências: representações dos sujeitos envolvidos. **Investigações em Ensino de Ciências**, [sl], v. 23, n. 1, pp. 241-253. 2018. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n1p56>

- DAY, C. **Developing teachers: The challenges of lifelong learning?** Falmer Press. Bristol, PA: USA. 1998.
- DAY, C. **Pasión por enseñar: la identidad personal y profesional del docente y sus valores.** Narcea. Madrid: Espanha. 2014.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências.** 2ª ed. Cortez. São Paulo: Brasil. 2000.
- FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. M. Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, pp. 641-662. 2012.
- FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa.** 3ª ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2009.
- FREITAS, D. **O aperfeiçoamento de professores em exercício no ensino de ciências: a quem interessam os resultados?** Dissertação 269 f. Mestrado em Educação. Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, SP. 1988.
- FUMAGALLI, L. O ensino de ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, H. (org.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões.** Artmed. Porto Alegre: Brasil. pp. 31-56. 1998.
- GABINI, W. S.; DINIZ, R. E. D. S. A formação continuada, o uso do computador e as aulas de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, pp. 333-348. 2012. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140320>.
- HARGREAVES, A.; EARL, L.; MOORE, S.; MANNING, S. **Aprendendo a mudar: o ensino para além dos conteúdos e da padronização.** Artmed. São Paulo: Brasil. 2002.
- LIMA, V. M. M. **Formação do professor polivalente e saberes docentes: um estudo a partir de escolas públicas.** Tese 280 f. Doutorado em Educação. Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, SP. 2007.
- LIMA, M. E. C. D. C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, pp. 184-198. 2006. <https://doi.org/10.1590/1983-21172006080207>
- LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, . 13, n. 2, pp. 241-253. 2008.v
- MARIN, A. J. Formação de professores: novas identidades, consciência e subjetividade. In: TIBALLI e CHAVES (orgs.). **Concepções e práticas de formação de professores – diferentes olhares.** DP&A. Rio de Janeiro: Brasil. pp. 57-73. 2003.
- MIZUKAMI, M. D. G. N.; REALI, A. M. M. R.; REYES, C. R.; MARTUCCI, E. M.; LIMA, E. F. D.; TANCREDI, R. M. S. P.; MELLO, R. R. **Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação.** EdUFSCar. São Carlos: Brasil. 2002.
- MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; MEDEIROS, A. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência & Educação.** Bauru, v. 5, n. 02, pp. 01-13. 1998. <https://doi.org/10.1590/S1516-73131998000200001>.
- NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; DA SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 33, n. 1, pp. 1-11. 2003. <https://doi.org/10.35362/rie3312889>.
- OVIGLI, D. F. B.; BERTUCCI, M. C. S. O ensino de Ciências nas séries iniciais e a formação do professor nas instituições públicas paulistas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, pp. 88-104, 2009. DOI: 10.3895/S1982-873X2009000200007
- PIZARRO, M. V.; BARROS, R. C. D. S. N.; LOPES JUNIOR, J. Os professores dos anos iniciais e o ensino de Ciências: uma relação de empenho e desafios no contexto da implantação de Expectativas de Aprendizagem para Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [sl], v. 16, n. 2, pp. 421-448. 2016.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências.** 5ª ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2009.
- RABONI, P. C. **A Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais.** Tese 183 f. Doutorado em Educação. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, São Paulo. 2002.

- RANGEL, D. M. Professora Polivalente: da Formação à Prática Docente no Ensino de Matemática. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA. Pelotas – RS. pp. 1-12. 2017.
- SANMARTÍ, N. **10 ideas clave: Evaluar para aprender**. Editora Graó. Barcelona: Espanha. 2007.
- SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, pp. 563-567. 2019. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190030001>.
- VILLANI, A.; PACCA, J. L. D. A.; FREITAS, D. D. Formação do professor de Ciências no Brasil: tarefa impossível. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. Águas de Lindoia- SP. Sociedade Brasileira de Física. São Paulo: Brasil. 2002. v. 1. pp. 2-22.
- XAVIER, D. A. L.; LUZ, P. C. S. Dificuldades enfrentadas pelos professores para realizar atividades de educação ambiental em espaços não formais. **Margens**, Abaetetuba, v. 9, n. 12, pp. 290-311. 2016. <http://dx.doi.org/10.18542/rmi.v9i12.3077>.





ABORDAGEM SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS PROJETOS PEDAGÓGICOS DE CURSOS DAS LICENCIATURAS DO INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO - CAMPUS CONFRESA

ENFOQUE DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS PROYECTOS PEDAGÓGICOS DE LOS CURSOS DE GRADO DEL INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO, CAMPUS CONFRESA

APPROACH ON ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE EDUCATIONAL PROJECT OF UNDERGRADUATE COURSES OF THE INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO - CAMPUS CONFRESA

Gisllayne Rayanne Borges Coelho^{ib*}, Thiago Beirigo Lopes^{ib**},
Ana Claudia Tassinaffo Alves^{ib***}

Cómo citar este artículo: Coelho, G. R. B., Lopes, T. B. y Alves, A. C. T. (2023). Abordagem sobre Educação Ambiental nos Projetos Pedagógicos de Cursos das Licenciaturas do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Confresa. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 455-465. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19190>

Resumen

Es necesario formar ciudadanos conscientes y aptos para interactuar de modo positivo ante la realidad que puedan enfrentar, en relación con la degradación ambiental en el mundo. También es esencial que el Estado promueva la Educación Ambiental en todos los niveles de enseñanza, conforme a lo dispuesto en la Constitución Federal y aún no evidenciado íntegramente, dada la compleja problemática socioambiental. Este artículo presenta los resultados de un estudio que tuvo el objetivo de analizar cómo se aborda y se trata la Educación Ambiental en cada Proyecto Pedagógico de Curso de licenciatura del Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Confresa. Para ello se analizaron los Proyectos Pedagógicos de los Cursos de la institución en cuanto a las indicaciones sobre el tratamiento de la Educación Ambiental en las rejas curriculares de los cursos de Licenciatura en Biología, Licenciatura en Física y Licenciatura en Ciencias de la Naturaleza con Habilitación en Química. Se constató que los Proyecto Pedagógico de Curso de los cursos centrados en esta investigación necesitan ser adecuados para contemplar plenamente la legislación vigente.

Palabras clave: Educación Ambiental, Proyecto Pedagógico de Curso, licenciatura.

Recibido: Marzo de 2022; aprobado: Agosto de 2023

* Licenciada em Biologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil, gisllayne@yahoo.com.br. ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-7330-6332>.

** Doutor em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Brasil. thiagobeirigolopes@yahoo.com.br. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9409-6140>.

*** Doutora em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Brasil. ana.alves@ifmt.edu.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0670-1978>.

Abstract

It is necessary to train citizens who are aware and able to interact in a positive way in the face of the reality they may face in relation to environmental degradation in the world. It is also essential that the State promotes Environmental Education at all levels of education, as set forth in the Federal Constitution and not yet fully evidenced given the complex socio-environmental problem. This article presents the results of a study that had the objective of analyzing how Environmental Education is approached and treated in each Pedagogical Course Project of the Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Confresa. In order to do so, we analyzed the Teaching Projects of the Courses of the institution as to the indications on the treatment of the subject Environmental Education in the curricular grades of the courses of Degree in Biology, Degree in Physics and Degree in Natural Sciences with Qualification in Chemistry. It has been found that the Teaching Projects of the Courses of the courses focusing on this research need to be adequate to fully contemplate existing legislation.

Keywords: Environmental Education. Pedagogical Course Project. Graduation.

Resumo

É necessário formar cidadãos conscientes e aptos a interagirem de modo positivo diante da realidade que possam enfrentar em relação a degradação ambiental no mundo. Também é essencial que o Estado promova a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, conforme disposto na Constituição Federal e ainda não evidenciado integralmente dada a complexa problemática socioambiental. Este artigo apresenta os resultados de um estudo que teve o objetivo de analisar como é abordada e tratada a Educação Ambiental em cada Projeto Pedagógico de Curso dos cursos de licenciatura do Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Confresa. Para tanto foram analisados os Projetos Pedagógicos dos Cursos da instituição quanto às indicações sobre o tratamento do tema Educação Ambiental nas matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Física e Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Química. Foi constatado que os Projetos Pedagógicos dos Cursos dos cursos foco dessa investigação necessitam ser reestruturados para contemplarem plenamente a legislação vigente.

Palavras chave: Educação Ambiental. Projeto Pedagógico de Curso. Licenciatura.

1. Introdução

A motivação pela realização dessa investigação surgiu da necessidade de verificar como os cursos oferecidos pelo Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa contemplam o que preconiza a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências (BRASIL, 1999), que possui princípios e observâncias obrigatórias. Pois acredita-se que a preocupação sobre o ambiente natural significa muito mais do que saber o que acontece no planeta, mas necessita-se ter consciência que o ser humano depende do ambiente como um fator para desenvolvimento da vida. Estudos semelhantes já foram realizados, como MEJÍA-CÁCERES, ANDRADE, FREIRE (2020) que analisaram os documentos institucionais sobre Educação Ambiental em um curso de licenciatura ofertado por uma universidade colombiana. Desde os primórdios da civilização, em épocas diferentes, os seres humanos buscaram acumular suprimentos ao utilizar os recursos naturais disponíveis à sua volta. Quando esses ficavam insuficientes, empreitavam confrontos com outros seres humanos na tentativa de conquistar mais recursos em outras regiões. Expedições eram realizadas, com submissão dos povos conquistados e seus recursos naturais acumulados à sua ganância e exploração (CARVALHO, 2004). A forma audaciosa e prepotente com que tratavam o seu meio ambiente tornava-os cegos ao óbvio: “os recursos ambientais são finitos, limitados e estão dinamicamente inter-relacionados” (PEDRINI, 1997, p. 21). Nesta circunstância, fica evidente que o ser humano utiliza os recursos naturais para seu benefício desde quando a humanidade se organiza como civilização.

Diante disso, a Educação Ambiental é apresentada como uma dimensão integrante do processo educativo com foco para a participação ativa dos estudantes e professores na constituição de um novo paradigma que contemple as aspirações cidadãs de melhor qualidade de vida socioeconômica imerso em um mundo ambientalmente sadio (GUIMARÃES, 1995).

Conforme Parecer CNE/CP nº 14/2012, a Educação Ambiental “constitui-se em elemento estruturante que demarca um campo político de valores e práticas, com mobilização de atores sociais comprometidos com a prática político-pedagógica transformadora e emancipatória capaz de promover a ética e a cidadania ambiental”. A Educação Ambiental possui potencial transformador, pois permite desenvolver habilidades nos estudantes de forma a lhes dar a necessária competência crítica e emancipatória de saber eleger o que é melhor para si e sua comunidade entre várias opções e diante da complexidade da vida, a partir de considerações éticas e de interesses coletivos justos e sustentáveis. Em seus estudos, CARNEIRO et al. (2018) constataram que o tema Educação Ambiental, juntamente com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), eram os mais frequentes em artigos que foram desenvolvidos em ensino de física e de biologia, o que corrobora com a área dos cursos que compõem o corpus de estudo desse artigo.

Embora seja crescente o número de disciplinas de cursos de graduação e de pós-graduação que têm dedicado a problematizar e buscar soluções para problemas ambientais contemporâneos, ainda há várias instituições de ensino superior que não incorporaram a Educação Ambiental às diretrizes curriculares dos cursos de bacharelado e licenciatura (TEIXEIRA, TORALES, 2014). Esse quadro acentua a necessidade de formação em favor dos professores para a prática da Educação Ambiental, como a Lei 9795/99 preceitua em seu artigo 11, e com a Educação Ambiental como um processo ao longo da vida, de modo a incorporar novos significados sociais e científicos, como a proposta de escolas sustentáveis, por exemplo.

Assim, a pesquisa foi orientada pela seguinte questão: De que forma os cursos de licenciaturas do IFMT - Campus Confresa preparam professores de Ciências Naturais no que tange à Educação Ambiental? Esse estudo é justificado devido à localização da instituição formadora de professores de ciências, que está na região amazônica ao norte mato-grossense. E que é a única instituição pública formadora de professores de ciências nessa região.

Neste artigo constam os resultados de uma investigação que objetivou analisar como é abordada e tratada a Educação Ambiental em cada Projeto Pedagógico de Curso (PPC) dos cursos de Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Física e Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Química do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa. Para tanto foram analisados os PPCs da instituição quanto às indicações sobre o tratamento do tema Educação Ambiental nas matrizes curriculares. Na busca de verificar se esses cursos de licenciatura preparam os futuros professores da Educação Básica, tanto em atendimento às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, quanto às Diretrizes para a Formação dos Docentes para a Educação Básica, é mostrado um panorama dos cursos desses no contexto da Educação Ambiental.

2. Um pouco sobre legislação da Educação Ambiental e breve explanação em relação ao contexto nacional brasileiro

Para entender a tessitura desse novo paradigma, é essencial conhecer o surgimento da Educação Ambiental no cenário nacional. Em âmbito nacional brasileiro, a Educação Ambiental teve início em meados de 1970, coincidindo com o período de início das conferências em nível mundial. De acordo com LOUREIRO (2002), em uma observação para o passado, verifica-se que o debate ambiental foi instaurado no país sob o regime militar, prioritariamente mais pela força de pressões sofridas internacionalmente do que por movimentos sociais internos de cunho ambiental. Porém, ainda segundo o autor acima citado, o debate foi realizado com a abertura política, algumas ações, projetos e programas passaram a ser executados, o que garantiu a inclusão do tema Educação Ambiental na Constituição Federal de 1988, no Brasil.

No dia 27 de abril de 1999 foi sancionada a Lei nº 9.795 que dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências (Brasil, 1999). De acordo

com TRISTÃO (2002), a Educação Ambiental é compreendida como uma prática que transforma, compromissada com a formação de cidadãos críticos e responsáveis por um desenvolvimento que mantenha respeito ao ambiente e os diferentes modos de vida, de maneira a enfrentar muitos desafios.

Em seu primeiro artigo, a Lei nº 9.795/1999 preconiza que:

Art. 1º. Entendem-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999)

A sociedade deve constituir valores sociais e conhecimento que levem a atitudes e competências que objetivam a preservação do meio ambiente, como ficar consciente em relação à utilização comum desse meio que é essencial para qualidade de vida de modo sustentável. Quanto aos princípios, a lei supracitada também estabelece que:

Art. 4º. São princípios básicos da educação ambiental:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;

IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;

V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;

VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;

VIII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural. (BRASIL, 1999)

As práticas dos professores relacionadas à temática do ambiente natural necessitam estar inclusas no ambiente escolar. Isso se deve à gravidade da situação ambiental em todo o planeta, o que pode ser transformado por ações educativas. Desde o início do desenvolvimento da concepção da Educação Ambiental, o foco da discussão residia na sua incorporação como disciplina no âmbito do ensino formal, abrangendo os níveis básico e superior. Nesse contexto, o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) preconiza a necessidade de “inclusão de disciplinas que enfoquem o aspecto metodológico da educação ambiental no currículo dos cursos de licenciatura” (BRASIL, 2005 p. 50), sublinhando a importância dessa abordagem.

Mas com o desenvolvimento das discussões, a orientação é que a Educação Ambiental integre como parte de todas as disciplinas. Essa ideia é apoiada pela Lei nº 9.795/1999, a qual afirma que:

Art. 10. A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal. § 1º A educação ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino.

§ 2º Nos cursos de pós-graduação, extensão e nas áreas voltadas ao aspecto metodológico da educação ambiental, quando se fizer necessário, é facultada a criação de disciplina específica.

§ 3º Nos cursos de formação e especialização técnico-profissional, em todos os níveis, deve ser incorporado conteúdo que trate da ética ambiental das atividades profissionais a serem desenvolvidas. (BRASIL, 1999)

Desse modo, a educação é responsável por formar indivíduos conscientes preocupados no que tange aos problemas ambientais, que então busquem a sustentabilidade dos recursos naturais, com consideração à temática de forma holística e abordar os seus aspectos econômicos, sociais e políticos. Quanto à formação dos professores, a Lei nº 9.795/1999 preconiza sobre a necessidade de constar a Educação Ambiental como tema transversal em todas as disciplinas, conforme o

Art. 11. A dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas.

Parágrafo único. Os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental. (BRASIL, 1999)

Sobre como trabalhar de modo transversal em relação às demais disciplinas, a Resolução CNE/CP nº 02, de 15 de junho de 2012, que estabelece Diretrizes Nacionais para a Educação Ambiental, indica:

Art. 8º A Educação Ambiental, respeitando a autonomia da dinâmica escolar e acadêmica, deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada e interdisciplinar, contínua e permanente em todas as fases, etapas, níveis e modalidades, não devendo, como regra, ser implantada como disciplina ou componente curricular específico.

Parágrafo único. Nos cursos, programas e projetos de graduação, pós-graduação e de extensão, e nas áreas e atividades voltadas para o aspecto metodológico da Educação Ambiental, é facultada a criação de componente curricular específico. (BRASIL, 2012 p. 3)

Sobre o currículo, a Resolução supracitada, indica:

Art. 15. O compromisso da instituição educacional, o papel socioeducativo, ambiental, artístico, cultural e as questões de gênero, etnia, raça e diversidade que compõem as ações educativas, a organização e a gestão curricular são componentes integrantes dos projetos institucionais e pedagógicos da Educação Básica e da Educação Superior.

§ 1º A proposta curricular é constitutiva do Projeto Político-Pedagógico (PPP) e dos Projetos e Planos de Cursos (PC) das instituições de Educação Básica, e dos Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) e do Projeto Pedagógico (PP) constante do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) das instituições de Educação Superior.

§ 2º O planejamento dos currículos deve considerar os níveis dos cursos, as idades e especificidades das fases, etapas, modalidades e da diversidade sociocultural dos estudantes, bem como de suas comunidades de vida, dos biomas e dos territórios em que se situam as instituições educacionais.

§ 3º O tratamento pedagógico do currículo deve ser diversificado, permitindo reconhecer e valorizar a pluralidade e as diferenças individuais, sociais, étnicas e culturais dos estudantes, promovendo valores de cooperação, de relações solidárias e de respeito ao meio ambiente. (BRASIL, 2012 p. 5)

Após esse breve aspecto legal em relação à Educação Ambiental, passa-se a explicar sobre alguns aspectos conceituais acadêmicos em publicações científicas importantes neste tema estudado. De acordo com TONSO (2005), as questões colocadas são fundamentais para a construção e discussão dos projetos políticos, porque são com essas sugestões de prioridades de itens que as concepções formadas que foram definidas vão se materializar. Mesmo que, segundo SATO, SANTOS (2003), ainda possa ser entendido que termo ‘ambiente’ possa ser empregado como sinônimo de ‘natureza’, porém esta visão aos poucos foi alterada, com espaço para uma maior percepção crítica, incluindo elementos culturais e naturais. Desse modo, fazendo inferência a uma preocupação social apropriada na dimensão ambiental. Em uma linguagem mais filosófica, RIBEIRO, CAVASSAN (2013 p. 72) indicam que a Educação Ambiental “faz uso de uma metalinguagem, de um pensamento predominantemente heterogêneo, ou seja, pensa sobre o que se pensa sobre a natureza, além de focar seus estudos no meio ambiente humano”.

VELOSO (2007, p. 73) destaca o PPC “como o conjunto das intencionalidades dos atores que fazem a escola e o currículo escolar como o conjunto dos elementos que compõem a formação dos educandos”. Segundo CAVALCANTE (2005), uma perspectiva crítica sobre o currículo escolar e acadêmico visa estabelecer uma reflexão em relação à responsabilidade de todos perante as problemáticas

socioambientais. Ainda, de acordo com a autora supracitada, tal perspectiva implica contrariamente à concentração dos estudos sobre Educação Ambiental em uma única disciplina. Embora pela Lei nº 9.795/1999, em curso superior possa vir como componente curricular, de modo a ser trabalhada com responsabilidade a partir de uma visão de mundo e sociedade que está inserida nos projetos curriculares do espaço no qual está inserido.

Desse modo, indica-se a abordagem da Educação Ambiental dentro de uma “perspectiva crítica, popular e emancipatória e que almeje desvelar processos continuados articulados com processos transformadores a partir de uma visão sistêmica e permanente do processo educacional, em detrimento de cursos pontuais ou de um ativismo vazio” (SORRENTINO et al., 2005 p. 294-295). Ainda, segundo LAYRARGUES (2006), a Educação Ambiental, de mesmo modo que Educação, é uma ferramenta ideológica de reprodução social e que é um veículo por onde também permeia a disputa pela conservação ou transformação das condições sociais.

Incentivada pelos ideais de estabelecer uma educação imersa na vida, na história e nas questões urgentes e emergentes contemporâneas, segundo CARVALHO (2004 p. 18) a “[...] Educação Ambiental acrescenta uma especificidade: compreender as relações sociedade-natureza e intervir sobre os problemas e conflitos ambientais”. Desse modo, ainda segundo a autora, os projetos curriculares permeiam a formação para uma Educação Ambiental sob uma perspectiva crítica com o intuito de contribuir para uma transformação nos valores e atitudes. Assim, com vistas à formação de um sujeito ecológico.

De acordo com LOUREIRO (2001 pp. 72-73),

[...] em suma, a educação ambiental entendida a partir da perspectiva adotada, deve metodologicamente ser realizada pela articulação dos espaços formais e não-formais de educação; pela aproximação da escola à comunidade em que se insere e atende; pelo planejamento integrado de atividades curriculares e extracurriculares; pela construção coletiva e democrática do projeto político-pedagógico e pela vinculação

das atividades de cunho cognitivo com as mudanças das condições objetivas de vida.

Nesse sentido, ainda conforme CARVALHO (2001), três dimensões na formação do professor são essenciais: 1) a dimensão relacionada à natureza dos conhecimentos presentes nos diferentes programas de formação; 2) a dimensão relacionada aos valores éticos e estéticos que têm sido veiculados pelos mesmos; 3) o tratamento dado às possibilidades de participação política do indivíduo, que possui como meta a formação de cidadãos e a construção de uma sociedade democrática. O autor ainda apresenta uma inter-relação entre tais dimensões na Figura 1.

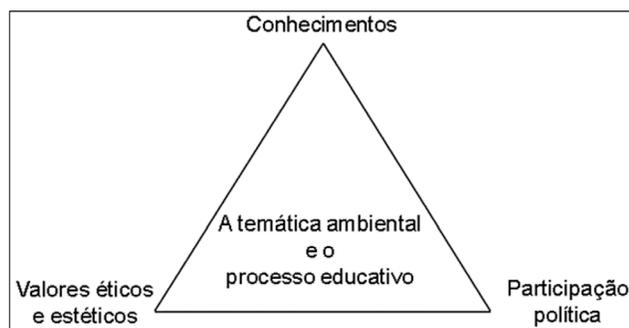


Figura 1. Dimensões a serem consideradas para o desenvolvimento de atividades de Educação Ambiental e para o processo de formação de educadores nessa área.

Fonte: CARVALHO, 2001.

3. Procedimentos metodológicos

O presente estudo foi realizado no IFMT - Campus Confresa. Situado na cidade que originou o seu próprio nome, Confresa, no estado de Mato Grosso. Atualmente o Campus possui 3 cursos de licenciatura, em que são: Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Física e Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Química. Todos com duração de 8 semestres.

Na oferta desses cursos há a especificidade de haver estudos de algumas disciplinas com as três turmas juntas, denominado como núcleo comum nos PPCs e com duração dos 4 primeiros semestres. Em que há, ainda, as disciplinas com estudos das três turmas separadas, que compõem o denominado núcleo

específico nos PPCs e com duração dos quatro últimos semestres de curso.

A pesquisa realizada se caracteriza como qualitativa do tipo documental. De acordo com KRIPKA, SCHELLER, BONOTTO (2015), a essência da pesquisa documental é analisar documentos que não sofreram algum tratamento analítico ou que não foram analisados ou sistematizados. Ao utilizar a pesquisa documental há a implicação em trazer para a discussão uma metodologia que não é suficientemente explorada não só na área da educação, mas em outras áreas das ciências sociais (LÜDKE, ANDRÉ, 2013).

Diante dessa situação, a análise foi realizada em três partes. A primeira consistiu em caracterizar o PPC de cada licenciatura, com indicação da quantidade de horas, quantidade de disciplinas, entre outras caracterizações. Na segunda parte, foi realizada a análise do núcleo comum aos três cursos, com os mesmos códigos e ementas disciplinares. A terceira etapa consistiu na análise do núcleo específico, parte em que cada licenciatura possui suas próprias ementas das disciplinas, estas são classificadas como obrigatórias e optativas.

Destaca-se que toda análise foi realizada no que preconiza a Lei nº 9.795/1999 e a Resolução CNE 02/2012. Com pontuações sobre as pertinências nos referidos PPCs quanto às leis supracitadas, averiguação de conformidades e de divergências.

4. Resultados e discussões

Todos os três PPCs analisados possuem os mesmos objetivos gerais e específicos. Com destaque dentre seus objetivos específicos, o item: "Conscientizar o aluno sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, de modo a desenvolver espírito crítico, científico, reflexivo e a compreender a importância da educação para preservação da vida e do meio ambiente" (IFMT, 2019a p. 30; IFMT, 2019b p. 30; IFMT, 2019c p. 30). Essa é a única referência realizada explicitamente nos objetivos no que tange ao meio ambiente.

Os componentes curriculares estão divididos em 56 disciplinas (duas eletivas, quatro de estágio supervisionado e uma de trabalho de conclusão de curso). São ofertadas 14 disciplinas eletivas para abarcar as duas que constam como necessárias na matriz, somadas às cargas horárias das atividades acadêmicas, científicas e culturais de 200 horas e dos seminários de integração de conteúdos de 140 horas, totalizam 3212 horas de curso.

Na seção 9.11 Matriz curricular, do PPC de Licenciatura em Biologia (IFMT, 2019a p. 45), do PPC de Licenciatura em Física (IFMT, 2019c p. 44) e do PPC em Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Química (IFMT, 2019b p. 44) consta que a “A Educação Ambiental, mais do que uma Componente Curricular, deverá permear todas as outras componentes nos termos da Lei 9795/99, que aparece como tema transversal e de aplicação obrigatória em toda a matriz curricular”. Desse modo, está tal indicação em conformidade com o que preconiza o Art. 11 da referida lei.

A estrutura curricular referente ao núcleo comum, que corresponde aos quatro primeiros semestres dos oito totais do curso, perfaz um total de 31 disciplinas, existe a ficha de disciplina da Educação Ambiental com carga horária de 68 horas prevista para o 4º semestre, que tem por objetivo

Proporcionar aos alunos, conhecimentos sobre o diálogo interdisciplinar da Educação Ambiental, com foco nas questões ligadas à sustentabilidade socioambiental, ao exercício da cidadania, bem como na identidade da Educação Ambiental no Mundo, Brasil e em Mato Grosso, e em que medida essa Educação Ambiental pode contribuir com as políticas públicas voltadas para a conservação, com o estímulo a reflexão crítica e propositiva da inserção da Educação Ambiental na educação escolar e com a compreensão da Educação Ambiental como integrante do currículo de forma interdisciplinar, bem como, com a Educação Ambiental, construir conhecimentos que ajudem no desenvolvimento de habilidades, atitudes e valores sociais, cuidado com a comunidade de vida, a justiça e a equidade socioambiental, e a proteção do meio

ambiente natural e construído. (IFMT, 2019a p. 112; IFMT, 2019b p. 113; IFMT, 2019c p. 111)

Tem-se, ainda, na ementa os seguintes conteúdos:

1. História do movimento ecológico no mundo, Brasil e Mato Grosso e suas implicações nas políticas públicas;
2. Identidade da Educação Ambiental Brasileira;
3. O processo da Educação Ambiental em Mato Grosso;
4. Questão ambiental e educação;
5. Educação ambiental crítica e emancipadora;
6. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade;
7. Um olhar transversal: Sociedade, cultura, economia, política e o meio ambiente;
8. Epistemologia e Complexidade ambiental;
9. Sustentabilidade socioambiental e diversidade cultural nos ecossistemas mato-grossenses;
10. A interface entre a natureza, a sociocultura, a produção, o trabalho, o consumo;
11. Uma prática educativa ambiental integrada e interdisciplinar;
12. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo; e
13. O sujeito ecológico. (IFMT, 2019a p. 112; IFMT, 2019b p. 113; IFMT, 2019c p. 111).

Mesmo que possua essa disciplina na matriz curricular, isto vai em desconformidade ao que preconiza o Art. 10º § 1º da Lei nº 9.795/1999 em que é destacado que a Educação Ambiental não deve ser implantada como disciplina específica na matriz curricular. No entanto, a Resolução CNE 02/2012 em seu parágrafo único do Art. 8º indica que é facultado aos programas de graduação ofertar uma disciplina específica sobre a Educação Ambiental. Diferentemente à Lei nº 9.795/1999, a Resolução CNE 02/2012 admite a criação dessa disciplina no currículo. Também vai de encontro com o que diz CAVALCANTE (2005) que a Educação Ambiental precisa ter uma perspectiva crítica do currículo para que seja possível propiciar uma reflexão em relação à responsabilidade de todos diante das problemáticas

socioambientais, para tanto, não é possível a concentração da Educação Ambiental em uma única disciplina.

As demais disciplinas que compõem a matriz curricular dos 4 primeiros semestres, que são os núcleos comuns aos três cursos, não mencionam a Educação Ambiental em sua ficha de disciplina. Desse modo, apesar de indicar inicialmente que a “Educação Ambiental [...] deverá permear todos os outros componentes [...], aparecendo como tema transversal e de aplicação obrigatória em toda a matriz curricular” (IFMT, 2019a p. 45; IFMT, 2019b p. 44; IFMT, 2019c p. 44), não é indicado de forma explícita nas fichas de disciplina de componente curricular como trabalhá-la de modo transversal.

Em relação às disciplinas específicas de cada curso, que estão indicadas para os quatro últimos semestres do curso e perfazem um total de 26 disciplinas, os PPCs de Licenciatura de Biologia (IFMT, 2019a), Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Química (IFMT, 2019b) e Licenciatura em Física (IFMT, 2019c) não apresentam parâmetros para que a Educação Ambiental seja trabalhada de modo transversal a ser contemplada nas demais disciplinas dos cursos.

Diante dessa constatação, verifica-se que os PPCs não estão em conformidade com o que prega a legislação vigente, não mostra como se trabalhar a Educação Ambiental dentro das demais disciplinas e que contradiz os próprios PPCs, que indicam que deverá permear os outros componentes, pois parece não haver afinidade entre elas. Desse modo, fica a cargo do professor o cumprimento de tal exigência, em que explora em sua disciplina o tema sem qualquer parâmetro amparado nos PPCs dos cursos foco dessa pesquisa.

5. Considerações Finais

De modo a considerar a importância da formação em Educação Ambiental para realizar uma discussão consciente em ambientes de ensino, em todos os níveis e modalidades, foi proposta essa pesquisa com a finalidade analisar como é abordado e tratado

tema Educação Ambiental em cada PPC dos cursos de licenciatura do IFMT - Campus Confresa.

Os Projetos Políticos de Curso (PPCs) para cursos de licenciatura, conforme apontado por VELOSO (2007) são vistos como ferramentas abrangentes que alinham as intenções subjacentes à formação dos estudantes. Isso está em consonância com a visão de CAVALCANTE (2005), que enfatiza o papel do currículo em estimular a reflexão sobre a responsabilidade coletiva diante das questões socioambientais. É relevante notar que essa abordagem não implica que a Educação Ambiental seja um único componente curricular. Ao contrário, reconhece a importância de sua integração de forma transversal. Nesse sentido, ao analisar os PPCs de diferentes cursos de licenciatura, fica evidente a necessidade de ajustes para assegurar a conformidade com a Portaria CNE 02/2012. Essa norma estabelece parâmetros para a abordagem da Educação Ambiental, enfatizando sua aplicação interdisciplinar ao longo das disciplinas que compõem a matriz curricular do curso.

Embora outras dimensões de análise, para além do estudo aqui apresentado, possam ser consideradas, é possível afirmar que ao fazer dessa forma, pode haver uma interação entre as áreas do conhecimento trabalhadas nos cursos com vistas à formação crítica e reflexiva de futuros professores sobre o tema em questão. Para que os cursos de licenciatura preparem professores que consigam trabalhar a educação ambiental há a necessidade de integrar os currículos dos cursos incorporando a educação ambiental de maneira abrangente em diversos componentes curriculares.

Os currículos precisam propiciar o desenvolvimento de atitudes e valores em relação ao meio ambiente por meio de reflexões, discussões éticas e exemplos de boas práticas. Devem ainda considerar o contexto local e cultural considerando as particularidades do ambiente que atuam. Ademais, as escolas e instituições de ensino superior devem fornecer um ambiente de apoio, recursos e incentivos para que os professores possam incorporar efetivamente a educação ambiental em suas práticas educacionais. Desse modo, é almejado que as análises, reflexões

e indicações realizadas possam contribuir para que os PPCs das licenciaturas, de um modo geral, favoreçam a Educação Ambiental como um tema transdisciplinar com a exploração de todas as suas dimensões éticas, políticas e sociais. Assim, de modo a ressignificar os conteúdos ensinados e estudados, de modo a possibilitar uma formação crítica e reflexiva para adquirir competências para interagir conscientemente com o mundo em constante mudança em que vivem.

6. Referências

- BRASIL. **Lei número 9.795, de 27 de abril de 1999: dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Presidência da República. Brasília. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm. Acesso em: 10 maio 2016.
- BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental - ProNEA.** 3ª. ed. Ministério de Meio Ambiente/Ministério da Educação. Brasília. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/arquivos/pronea3.pdf>. Acesso em: 02 maio 2017.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 02, de 15 de junho de 2012: Estabelece Diretrizes Nacionais para a Educação Ambiental.** CNE. Brasília. 2012. Disponível em: <http://conferenciainfante.mec.gov.br/images/pdf/diretrizes.pdf>. Acesso em: 05 ago 2017.
- CARNEIRO, G. do A. et al. Uma análise do tema interdisciplinaridade nas principais revistas brasileiras de ensino de ciências. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 13, n. 1, pp. 73-85. 2018. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/11961>. Acesso em: 25 may. 2022.
- CARVALHO, I. C. de M. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: BRASIL (org.). **Identities da educação ambiental brasileira.** Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Brasil. 2004. pp. 13-24. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/arquivos/livro_ieab.pdf. Acesso em: 02 maio 2017.
- CARVALHO, L. M. de. A Educação Ambiental e a formação de professores. In: BRASIL (org.). **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental.** MEC/SEF. Brasília: Brasil. 2001. pp. 55-63. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/panorama.pdf#page=55>. Acesso em: 10 ago 2017.
- CAVALCANTE, L. O. H. Currículo e Educação Ambiental: trilhando os caminhos percorridos, entendendo as trilhas a percorrer. In: FERRARO JUNIOR, L. A. (Org.). CAVALCANTE, L. O. H. **Currículo e Educação Ambiental: trilhando os caminhos percorridos, entendendo as trilhas a percorrer.** Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental. Brasília: Brasil. 2005.
- GUIMARÃES, M. **Dimensão ambiental na educação.** Papirus. Campinas: Brasil. 1995.
- IFMT. **Projeto pedagógico de curso de graduação: licenciatura em biologia.** IFMT - Campus Confresa. Confresa: Brasil. 2019a. Disponível em: http://cfs.ifmt.edu.br/media/filer_public/cb/32/cb32ce1a-83e7-4443-9597-5c2e418d47b5/ppc_licenciatura_em_biologia.pdf. Acesso em: 05 ago 2020.
- IFMT. **Projeto pedagógico de curso de graduação: licenciatura em ciências da natureza com habilitação em química.** IFMT - Campus Confresa. Confresa: Brasil. 2019b. Disponível em: http://cfs.ifmt.edu.br/media/filer_public/c8/4a/c84aae09-5704-45ad-ba9d-198dec017a95/ppc_licenciatura_em_ciencias_da_natureza_quimica_1.pdf. Acesso em: 05 ago 2020.
- IFMT. **Projeto pedagógico de curso de graduação: licenciatura em física.** IFMT - Campus Confresa. Confresa: Brasil. 2019c. Disponível em: http://cfs.ifmt.edu.br/media/filer_public/34/18/34187c71-61f9-47b2-8747-9f7475cdf8e2/ppc_licenciatura_em_fisica_2015.pdf. Acesso em: 05 ago 2020.
- KRIPKA, R. M. L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. de L. Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. **Revista de Investigaciones de la UNAD**, Bogotá, v. 14, n. 2, pp. 55-73. 2015. Disponível em: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/revista-de-investigaciones-unad/article/view/1455>. Acesso em: 15 maio 2021.

- LAYRARGUES, P. P. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. In: LOUREIRO, C. F. B. (org.). **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. Cortez. São Paulo: Brasil. 2006. pp. 72-103.
- LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental Transformadora. In: BRASIL (org.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Brasil. 2001. pp. 65-84. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/livro_ieab.pdf. Acesso em: 02 maio 2017.
- LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. In: LAYRARGUES, P. P.; DE CASTRO, R. S. (org.). **Educação ambiental: Repensando o espaço da cidadania**. 2ª. ed. Cortez. São Paulo: Brasil. 2002. pp. 69-98.
- LUDKE, M.; ANDRE, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ª. ed. EPU. São Paulo: Brasil. 2013.
- MEJÍA-CÁCERES, M. A.; ANDRADE, C.; FREIRE, L. M. Formación inicial de profesores en ciencias: un análisis del discurso de los programas de educación ambiental de una licenciatura colombiana. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 15, n. 3, pp. 477-492. 2020. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/14688>. Acesso em: 25 may. 2022.
- PEDRINI, A. de G. **Educação ambiental: reflexões e práticas contemporâneas**. Editora Vozes. Petrópolis: Brasil. 1997.
- RIBEIRO, J. A. G.; CAVASSAN, O. Os conceitos de ambiente, meio ambiente e natureza no contexto da temática ambiental: definindo significados. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 8, n. 2, pp. 61-76, 2013. DOI: 10.14483/23464712.5149. Disponível em: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5149>. Acesso em: 25 may. 2022.
- SATO, M.; SANTOS, J. E. Tendências nas pesquisas em educação ambiental. In: NOAL, F. O.; BARCELOS, V. H. de L. (org.). **Educação ambiental e cidadania: cenários brasileiros**. EDUNISC. Santa: Brasil. 2003. pp. 253-283.
- SORRENTINO, M. et al. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, pp. 285-299, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ep/article/view/27977>. Acesso em: 10 ago 2017.
- TEIXEIRA, C.; TORALES, M. A. A questão ambiental e a formação de professores para a educação básica: um olhar sobre as licenciaturas. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 3, n. esp., pp. 127-144. 2014. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/educar/article/view/38111>. Acesso em: 10 out. 2017.
- TONSO, S. Cardápio da aprendizagem. In: BRASIL (org.). **Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Brasil. 2005. pp. 49-56. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/encontros.pdf. Acesso em: 02 maio 2017.
- TRISTÃO, M. As dimensões e os desafios da educação ambiental na sociedade do conhecimento. In: RUSCHEINSKY, A. (org.). **Educação ambiental: abordagem múltiplas**. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2002. pp. 169-173.
- VELOSO, N. Entre camelos e galinhas, uma discussão acerca da vida na escola. In: BRASIL (org.). **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola**. Ministério da Educação/Ministério do Meio Ambiente/UNESCO. Brasília: Brasil. 2007. pp. 73-84. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao3.pdf>. Acesso em: 01 maio 2017.





ACERTIJO DE CUATRO CUBOS DE PERELMAN: CALIDAD DE LAS REPRESENTACIONES VISUALES Y ARGUMENTACIÓN DE RESPUESTAS VERBALES

PERELMAN'S FOUR CUBES RIDDLE: QUALITY OF VISUAL REPRESENTATIONS AND ARGUMENTATION OF VERBAL RESPONSES

ENIGMA DOS QUATRO CUBOS DE PERELMAN: QUALIDADE DAS REPRESENTAÇÕES VISUAIS E ARGUMENTAÇÃO DAS RESPOSTAS VERBAIS

Josip Slisko^{✉*}, José Luis Santana^{✉**}, Liliana Vázquez^{✉***}, María Elena Rodríguez^{✉****}

Cómo citar este artículo: Slisko, J., Santana, J. L., Vázquez, L. y Rodríguez, M. E. (2023). Acertijo de cuatro cubos de Perelman: calidad de las representaciones visuales y argumentación de respuestas verbales. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 475-495. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20591>

Resumen

La solución de acertijos promueve habilidades de pensamiento de orden superior. En este estudio, se empleó el acertijo de los cuatro cubos de Perelman, que propone equilibrar cubos de madera de distintos tamaños. Investigaciones previas que utilizan dicho acertijo indican que las representaciones visuales facilitan las respuestas correctas. Sin embargo, Perelman solamente responde a partir de la igualdad de volúmenes, sin considerar explícitamente conceptos como densidad o peso. Así, este estudio exploró cómo la representación visual se relaciona con la calidad argumentativa de las respuestas verbales y si estas difieren entre el trabajo grupal e individual. Se pidió a 31 estudiantes completar un cuestionario con dos preguntas. La primera exigía un dibujo y una argumentación de la solución propuesta, mientras que la segunda presentaba la solución de Perelman para ser evaluada. Esto permitió medir la disposición de los estudiantes a aceptar ideas ajenas. Tras responder de manera individual, se formaron equipos de cuatro estudiantes para responder nuevamente. Se diseñaron criterios para clasificar los dibujos como pictóricos o esquemáticos y para identificar conceptos físicos en las argumentaciones. Los resultados demostraron que el trabajo grupal impulsó representaciones esquemáticas en las respuestas visuales. Además, se observó una correlación entre argumentaciones de baja calidad y respuestas incorrectas. Este estudio resalta la necesidad de fortalecer la comprensión de conceptos físicos y su aplicación

Recibido: Marzo de 2023; aprobado: Agosto de 2023

* Doctor en Filosofía de la Física. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. josiplisko47@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5805-4808>

** Doctor en Física Educativa. Universidad de Guadalajara. México. jose.sfajardo@academicos.udg.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7048-2648>

*** Doctora en Física. Universidad de Guadalajara. México. liliana.vmercado@academicos.udg.mx. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1807-707X>

**** Doctora en Ciencia de Comportamiento. Universidad de Guadalajara. México. mariae.rodriguezp@academicos.udg.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5879-0007>

en la resolución de problemas a través de la educación. En última instancia, se destaca la importancia del aprendizaje colaborativo y la instrucción enfocada en la comprensión profunda de los conceptos.

Palabras clave: solución de problemas, argumentación, trabajo en equipo, educación científica.

Abstract

Riddle solving promotes higher order thinking skills. In this study, Perelman's riddle four cubes was used, which proposes balancing wooden cubes of different sizes. Previous research using such a riddle indicates that visual representations facilitate correct answers. However, Perelman only responds from the equality of volumes without explicitly considering concepts such as density or weight. Thus, this study explored how visual representation is related to the argumentative quality of verbal responses and whether responses differ between group and individual work. 31 students were asked to complete a questionnaire with two questions. The first required a drawing and argumentation of the proposed solution, while the second presented Perelman's solution for evaluation. This allowed us to measure the willingness of students to accept other people's ideas. After answering individually, teams of four students were formed to answer again. Criteria were designed to classify the drawings as pictorial or schematic and to identify physical concepts in the arguments. The results demonstrated that the group work promoted schematic representations in the visual responses. In addition, a correlation was observed between low-quality arguments and incorrect answers. This study highlights the need to strengthen the understanding of physical concepts and their application in problem solving through education. Ultimately, the importance of collaborative learning and focused instruction on deep understanding of concepts is highlighted.

Keywords: Problem solving. Argumentation. Group work. Scientific Education.

Resumo

A resolução de enigmas promove habilidades de pensamento de ordem superior. Neste estudo foi utilizado o enigma de quatro cubos Perelman, que propõe equilibrar cubos de madeira de diferentes tamanhos. Pesquisas anteriores utilizando esse tipo de enigma indicam que as representações visuais facilitam respostas corretas. No entanto, Perelman apenas responde a partir da igualdade de volumes sem considerar explicitamente conceitos como densidade ou peso. Portanto, este estudo explorou como a representação visual está relacionada à qualidade argumentativa das respostas verbais e se as respostas diferem entre o trabalho em grupo e o individual. 31 alunos foram convidados a preencher um questionário com duas perguntas. A primeira exigia desenho e argumentação da solução proposta, enquanto a segunda apresentava a solução de Perelman para avaliação. Isso nos permitiu medir a disposição dos alunos em aceitar as ideias de outras pessoas. Após responderem individualmente, foram formadas equipes de quatro alunos para responder novamente. Foram elaborados critérios para classificar os desenhos em pictóricos ou esquemáticos e para identificar conceitos físicos nos argumentos. Os resultados mostraram que o trabalho em grupo promoveu representações esquemáticas nas respostas visuais. Além disso, foi observada correlação entre argumentos de

baixa qualidade e respostas incorretas. Este estudo destaca a necessidade de fortalecer a compreensão dos conceitos físicos e sua aplicação na resolução de problemas por meio da educação. Em última análise, destaca-se a importância da aprendizagem colaborativa e do ensino focado na compreensão profunda dos conceitos.

Palavras chave: Resolução de problemas. Argumentação. Trabalho de grupo. Educação científica.

1. Introducción

El *aprendizaje basado en acertijos* provee a los estudiantes herramientas para el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior, como el crítico, el creativo y el lateral, al proveer desafíos y situaciones tendientes a mejorar la integración de los contenidos (MALHERBE, 2021; REZVANIFARD, RADMEHR, ROGOVCHENKO, 2023). El pensamiento crítico, de acuerdo con LIPMAN (1988), es el “habilitoso, pensamiento responsable que facilita buenos juicios debido a que involucra los aspectos siguientes: 1) basado en el criterio, 2) se autocorrije, 3) es sensible al contexto” (p. 40). Ya desde 1990, el proyecto Delphi de la American Philosophical Association (APA) reunió a 46 expertos que definieron el pensamiento crítico como el que involucra “juicio útil, autorregulatorio que resulta en interpretación, análisis, evaluación e inferencia, así como explicación de lo evidencial, conceptual, metodológico, criteriológico, o consideraciones conceptuales en las que se base el juicio” (FACIONE, 1990 p. 2). Además, involucra seis habilidades esenciales: interpretación, análisis, inferencia, evaluación, explicación y autorregulación (HEARD *et al.*, 2020). Recientes acepciones al término *pensamiento creativo* consideran que es “the competence to engage productively in the generation, evaluation and improvement of ideas, that can result in original and effective solutions, advances in knowledge and impactful expressions of imagination [la competencia para involucrarse productivamente en la generación, evaluación y mejora de ideas, que puedan resultar en soluciones originales y efectivas, avances en el conocimiento y expresiones que impacten la

imaginación]” (OECD, 2019 p. 8). Además de reconocer que existe una asociación entre la creatividad y la toma de decisiones éticas, es un prerrequisito para la cooperación y el trabajo, de ahí que se considere al desarrollo del pensamiento creativo como uno de los objetivos centrales en la educación (PERRI *et al.*, 2009). Lo anterior manifiesta la importancia de estudios encaminados a explicar o identificar este tipo de pensamiento en los estudiantes.

De acuerdo con FISHER (2005), el pensamiento lateral es un tipo de pensamiento creativo; así, el primero es una dimensión del segundo. A través del pensamiento lateral es posible realizar procesos como el manejo de información, la reestructuración de patrones de pensamiento, el desarrollo de nuevas ideas, por mencionar algunos. De Bono lo define como una serie de procesos sobre formas sistemáticas y creativas de pensamiento que producen pensamiento innovador en forma repetida (ASGARI *et al.*, 2022).

Los acertijos, al proveer habilidades útiles y poderosas para desarrollar competencias esenciales para el desempeño en el mundo globalizado –como la resolución de problemas, imaginación, inteligencia–, son una opción atractiva para su uso en el aula. Otra de las características es que no están ligados directamente a un contenido o capítulo en particular, lo que permite abordar su resolución desde una perspectiva multidisciplinar.

Asimismo, empresas de alta tecnología como Google y Microsoft han recurrido, durante sus entrevistas de reclutamiento de personal para seleccionar a los más aptos –entre los que buscan a los más innovadores y que respondan mejor bajo situaciones de estrés–, a este tipo de preguntas (KADOR, 2004;

POUNDSTONE, 2003, 2012). KADOR (2004) menciona, al respecto del uso de estas cuestiones durante esas entrevistas, que su uso “tiene sentido en empresas que enfocan los esfuerzos de reclutamiento más en lo que los candidatos pueden hacer en el futuro que en lo que han hecho en el pasado” (p. vi). Los entrevistadores requieren de los candidatos es que sean curiosos, observadores e ingeniosos, que acepten nuevos desafíos, demuestren agilidad mental en condiciones estresantes, aprendan rápido, defiendan su pensamiento y demuestren entusiasmo por las tareas que parezcan imposibles (POUNDSTONE, 2003). Por su parte, el test de reflexión cognitiva (FREDERICK, 2005), frecuentemente utilizado para detectar pensadores rápidos y lentos (KAHNEMAN, 2014) entre los estudiantes de economía, consta de tres famosos acertijos matemáticos. TOPLAK, WEST, STANOVICH (2011) apuntan al respecto que los pensadores rápidos (aquellos que dan tres respuestas incorrectas en el examen) cometen errores con mayor frecuencia en tareas económicas que requieren un adecuado procesamiento de información y toma de decisiones. Estas tendencias educativas apuntan hacia la necesidad de un aumento de la formulación de acertijos matemáticos y cuantitativos en la Enseñanza de las Matemáticas, la Física y la ingeniería, mediante el desarrollo, implementación y evaluación de nuevos diseños didácticos para sus procesos formativos. En el presente trabajo se utiliza el acertijo de los *cuatro cubos* de Perelman. A grandes rasgos, este propone que se balanceen cuatro cubos de madera de distintos tamaños. En estudios previos, en los que se ha trabajado este mismo acertijo (SLISKO, 2005; SLISKO, FORJAN, CRUZ, 2020), se ha encontrado que las representaciones visuales son elementos que facilitan el logro de las respuestas correctas. Sin embargo, estas respuestas no incluyen consideraciones físicas explícitamente. SLISKO (2005) ha argumentado sobre las ventajas de solicitar una respuesta visual a los problemas conceptuales de Física respecto de respuestas escritas o soluciones numéricas. La principal ventaja es que, con ayuda de los dibujos, las ideas de los

estudiantes se revelan de mejor manera. Es decir, el dibujo puede ser un precursor de las funciones psicológicas superiores, ya que permite establecer un vínculo entre la acción práctica y el lenguaje. El dominio del lenguaje es precisamente lo que garantiza el salto del conocimiento sensorial al racional (MONTEALEGRE, 2007).

Este estudio analiza las relaciones entre el tipo de representación (esquemático o pictórico) de las respuestas visuales y la calidad de la argumentación (al incorporar conceptos físicos) de la respuesta al acertijo de los *cuatro cubos* de Perelman. Aunado a esto, busca identificar la relación entre las respuestas individuales y las respuestas grupales.

A partir de lo anterior se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué relación existe entre el tipo de representación visual y la calidad argumentativa de las respuestas verbales?
- ¿Qué relación hay entre las respuestas derivadas del trabajo grupal y las planteadas individualmente?

2. Metodología

Con la finalidad de dar respuesta a esas preguntas, se desarrolló un protocolo para la recolección de las respuestas dadas por un grupo de estudiantes al acertijo planteado, lo que sirve para el análisis de los argumentos y de los dibujos elaborados por los participantes, de tal forma que se puedan comparar estos aspectos.

En la presente investigación se utiliza el acertijo de los *cuatro cubos* propuesto, en ruso, hacia 1935 por el célebre soviético divulgador de la ciencia y escritor de libros de Física, Astronomía y Matemáticas para el público en general, Yakov Isidorovich Perelman (SLISKO, FORJAN, CRUZ, 2020). La versión en inglés del mencionado acertijo divulgó en 1984, y en 1988 con una segunda edición del libro: *Fun with maths and physics* (PERELMAN, 1988). La formulación del acertijo se presenta a continuación:

Four Cubes

Four solid cubes of the same material have different heights: 6 cm, 8 cm, 10 cm, and 12 cm (Fig. 299). Arrange them on the pans of a balance for it to be in equilibrium. (PERELMAN, 1988 p. 340)

[Cuatro cubos sólidos del mismo material tienen diferentes alturas: 6 cm, 8 cm, 10 cm y 12 cm (Fig. 299). Acomódelos en los platos de la balanza de manera que se logre el equilibrio.]

Fig. 299



La respuesta dada por Perelman se basa en utilizar los volúmenes de los cubos de tal forma que sean iguales en la suma de un lado y en otro lado de la báscula.

We must place three smaller cubes on one pan, and the largest one on the other. It's easily verified that the balance will be in equilibrium. Let's show that the total volume of the three smaller cubes equals that of the largest one. This follows from the relationship: [Debemos colocar tres cubos pequeños en una balanza, y el más grande en la otra. Es fácil verificar que la balanza estará en equilibrio. Mostremos que el volumen total de los tres cubos pequeños es igual al del cubo más grande. Esto sigue de la relación:]

$$6^3 + 8^3 + 10^3 = 12^3,$$

i.e.

$$216 + 512 + 1,000. \text{ (p. 347)}$$

Sin embargo, una respuesta más completa, que servirá como base para el análisis de la calidad de la

argumentación, involucra el uso correcto de varios conceptos básicos de Física y sus relaciones, considera que esto es correcto debido a que los cubos están hechos del mismo material y, en consecuencia, tienen la misma densidad. Eso implica que, al tener los mismos volúmenes, se tienen las mismas masas y, en consecuencia, los mismos pesos que equilibran la balanza. Es decir:

Los cubos, al estar hechos del mismo material (madera) tienen la misma densidad, lo que implica que, volúmenes iguales corresponden a masas iguales. Además, para equilibrar la balanza, es necesario tener masas iguales en ambos platos, lo que equivale a tener fuerzas gravitacionales (o de peso) iguales. En ese sentido deben colocarse los cubos de menores tamaños de arista en un plato de la balanza y el cubo de mayor tamaño en el otro. Lo cual puede verificarse con la siguiente secuencia de ecuaciones (donde w representa la fuerza gravitacional que actúa sobre un cubo que es su peso):

$$w_6 + w_8 + w_{10} = w_{12}, \text{ (1)}$$

$$m_6g + m_8g + m_{10}g = m_{12}g, \text{ (2)}$$

$$m_6 + m_8 + m_{10} = m_{12}. \text{ (3)}$$

En (1) se tiene la igualdad de pesos, en el lado izquierdo se tiene la suma de los pesos de tres de los cubos cuyas aristas son: 6 cm, 8 cm y 10 cm; mientras que el lado derecho es el peso del cubo de 12 cm. En (2) se expresa el peso como el producto de la masa de cada cubo por la intensidad del campo gravitacional para la superficie terrestre (9,8 N/kg). En (3), se deja expresada la igualdad en términos de las masas, para lo que únicamente se dividieron ambos lados de la igualdad (2) entre g . Enseguida se usa la definición de densidad $\rho = \frac{m}{V}$ para obtener

$$m = V\rho \text{ (4)}$$

Y, sustituyendo (4) en (3), se tiene

$$V_6\rho + V_8\rho + V_{10}\rho = V_{12}\rho \text{ (5)}$$

Al considerar que la densidad es la misma independientemente de la masa o el volumen de cada cubo, se tiene que, al despejar, por ejemplo, el volumen del cubo de 12 cm de arista se llega a la siguiente expresión:

$$V_6 + V_8 + V_{10} = V_{12} \quad (6)$$

Por ejemplo:

$$216 \text{ cm}^3 + 512 \text{ cm}^3 + 1,000 \text{ cm}^3 = 1,728 \text{ cm}^3.$$

Cabe mencionar que Perelman no utiliza la conceptualización física presentada en la respuesta anterior.

a. Participantes

Participaron 31 estudiantes de la Licenciatura en Física de una universidad mexicana, quienes cursaban el primer semestre. Entre ellos eran 9 mujeres y 22 hombres. Se les pidió que respondieran las preguntas primero de forma individual y, después, grupal, al conformar 7 equipos de 4 integrantes cada uno y otro equipo de 3 integrantes.

b. Tarea experimental

Se presentó a los estudiantes el acertijo *cuatro cubos* de Perelman. Se ha empleado como tarea experimental en investigaciones previas para evaluar las habilidades de pensamiento implicadas en su solución (SLISKO, FORJAN, CRUZ, 2020). Para la presente investigación, el problema se formuló tal como se muestra en la figura 1.

Como se observa en la figura 1, los participantes contestaron a dos preguntas que fueron facilitadas a los estudiantes por medio de un documento impreso. En la primera, debían resolver gráficamente el acertijo. Es decir, tenían que dibujar el acomodo de los cubos en los platos de la balanza, de tal forma que se equilibrara.

En la segunda pregunta se les proporcionó la respuesta al acertijo, pero simulando que era la respuesta de alguien más y que debían juzgar la veracidad

1. Hay cuatro cubos de madera maciza con aristas de 6 cm, 8 cm, 10 cm y 12 cm. En el espacio proporcionado, dibuja la manera en que se deberían poner esos cuatro cubos sobre los platos de una balanza con brazos, iguales para que la balanza esté en equilibrio.
¿Por qué crees que tu dibujo es correcto?

2. Hay gente que piensa que, para equilibrar la balanza, se deben poner los cubos de aristas de 6 cm, 8 cm y 10 cm en un plato, y el cubo con la arista de 12 cm en el otro. ¿Crees que esa solución es la correcta? Escoge tu respuesta y argumentala.

a) Sí, es la correcta _____

b) No, no es la correcta _____

c) Puede ser tanto correcta como incorrecta _____

Figura 1. Tarea experimental basada en el acertijo *cuatro cubos* de Perelman.

Fuente: elaboración propia.

de dicha respuesta. Esto también nos da información acerca de la apertura a aceptar ideas de otras personas y, sobre ello, complementar o construir una nueva respuesta, que es lo que se discute durante el trabajo grupal.

Se ha reportado (SLISKO, FORJAN, CRUZ, 2020) que los participantes suelen emplear una *respuesta rápida* (incorrecta) que es agrupar en un plato de la balanza los cubos de aristas 10 cm y 8 cm, y en el otro plato a los cubos de 12 cm y 6 cm. Es decir, igualan la suma de las aristas como criterio (no pertinente) de equilibrio. La respuesta correcta demanda que se atienda al volumen de los cubos y, además, se argumente que la igualación de los volúmenes implica la igualación de los pesos, porque se trata de cubos del mismo material. El concepto articulador de los volúmenes con los pesos es el de *densidad*.

c. Procedimiento

En la presente investigación, se les pidió a los estudiantes que trabajaran de manera individual en la solución del acertijo, al contestar las dos preguntas planteadas (véase figura 1). Se recogió el trabajo de cada estudiante conforme iban terminando. Posteriormente, los participantes fueron asignados a

un equipo de trabajo de manera aleatoria. Se les entregó una nueva hoja con el mismo acertijo y las mismas preguntas, se les pidió que encontraran una sola solución al acertijo mediante una discusión de forma consensuada. Se recogió el trabajo de los estudiantes una vez que trabajaron en grupo.

d. Análisis de datos

Enseguida se describen los protocolos de evaluación que se diseñaron para juzgar la calidad de las representaciones visuales y de los argumentos escritos. Ambos procedimientos de análisis de datos se elaboraron a partir de referentes teóricos. Debido a que los protocolos se diseñaron *ex profeso*, se validaron mediante su aplicación de manera independiente por parte de cada investigador. La versión final de los instrumentos de calificación atendió al criterio de acuerdo entre jueces de, por lo menos, 80 % (ESCOBAR, CUERVO, 2008; URRUTIA *et al.*, 2014). Es decir, se consideró como un dato válido si todos los investigadores acordaron calificar al dibujo o la respuesta escrita con ese valor.

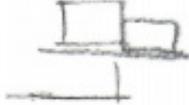
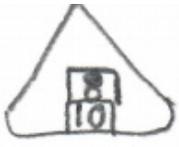
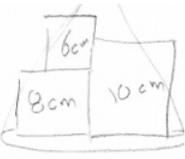
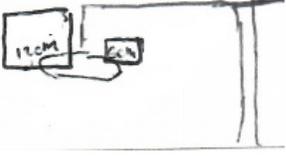
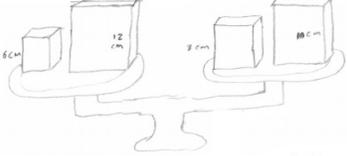
Evaluación de las representaciones visuales

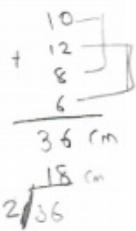
El protocolo de análisis de las representaciones visuales de la solución se diseñó con base en el trabajo de HEGARTY, KOZHEVNIKOV (1999). Estas autoras argumentaron que los dibujos elaborados como representación visual de la solución a un problema de razonamiento puede ser categorizado como *esquemática* o *pictórica*. La primera contiene información visual pertinente para encontrar la solución al problema. Las relaciones espaciales adecuadas entre los elementos de la solución son características de una representación esquemática. Por otro lado, según PRESMEG (1986), el uso de imágenes pictóricas concretas puede enfocar el razonamiento en detalles irrelevantes que distraigan la atención de quien resuelve el problema de los elementos principales en la representación original del problema, e incluso puede introducir datos falsos.

De esta manera, se puede suponer una relación entre los tipos de representaciones hechas por los estudiantes y si la solución es correcta o incorrecta. Para este acertijo, se definieron diversas categorías para calificar y se aplicaron a todos los dibujos por parte de los investigadores de manera independiente para juzgar su pertinencia. Las categorías tomaron en cuenta aquellas relaciones espaciales que se vinculan con la búsqueda de la solución correcta. Por ejemplo, el tamaño de los cubos puede asociarse a la dimensión de volumen como razonamiento puente entre tamaño y peso. Un dibujo en donde se cuide la proporción entre los cubos debe ser categorizado como esquemático porque refleja la atención que pone el estudiante a dichas diferencias en volúmenes. Posteriormente, se compararon las calificaciones otorgadas a los dibujos por cada investigador. A partir de las respuestas idénticas y la discusión de las respuestas diferentes hasta conseguir consenso, se estipularon los rasgos que serían propios de una representación esquemática o pictórica. La descripción de cada rasgo, su justificación y los valores asignados para cada categoría se resumen en la tabla 1. También se han incluido ejemplos tomados de los dibujos de los participantes para ilustrar cada rasgo.

Es importante señalar que un dibujo puede tener mezclados rasgos que se consideran pictóricos y esquemáticos. Es decir, difícilmente se obtendrían dibujos con todas las categorías calificadas como esquemáticas o todas las categorías de tipo pictórico. Por tanto, para calificar a los dibujos, se asignó un valor de cero (0) a los rasgos de una presentación pictórica, y de uno (1) a los rasgos de una representación esquemática. Se sumaron los puntos para las siete categorías. Se clasificó al dibujo como pictórico si la suma estaba entre 0 y 4 puntos, o como esquemático, entre 5 y 7 puntos. Es decir, se consideró, con base en los resultados de HEGARTY, KOZHEVNIKOV (1999), que cuantos más rasgos de un dibujo esquemático estuvieran incluidos en las respuestas visuales, mayor era la probabilidad de contestar al acertijo con la respuesta correcta.

Tabla 1. Rasgos considerados para categorizar a los dibujos como pictóricos o esquemáticos

Categoría	Rasgo propio de una representación pictórica (Valor otorgado = 0)	Rasgo propio de una representación esquemática (Valor otorgado = 1)
1. Representación de la balanza.	<p>3D - no es relevante y desvía atención de las relaciones entre los cubos.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G1.</p>	<p>2D - indica que el énfasis estuvo en las relaciones entre los cubos y no en la balanza.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G4.</p>
2. Representación de los cubos.	<p>2D - indica falta de atención a la dimensión de volumen.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G8-4.</p>	<p>3D - indica atención a la dimensión de volumen.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G5-4.</p>
3. Tamaño de los cubos e información de la longitud de las aristas.	<p>Inadecuado - el tamaño del cubo no permitía escribir la longitud de la arista, lo que indica una lectura superficial del problema (se atiende, primero, al número de cubos y no a sus dimensiones).</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G4.</p>	<p>Adecuado - el tamaño del cubo permitía escribir la longitud de la arista, lo que indica atención a los datos explícitos proporcionados por el problema y su vinculación con los objetos dibujados.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G6-1.</p>
4. Proporción de los diferentes tamaños de los cubos.	<p>Inadecuado - dibujarlos sin estimar la proporción de tamaños indica falta de atención a los diferentes volúmenes.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G3-3.</p>	<p>Adecuado - dibujarlos en proporción indica atención a la dimensión de volumen como razonamiento puente entre tamaño y peso.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G2.</p>
5. Posición de los cubos con respecto a la balanza.	<p>Fuera de la balanza - indica falta de contacto con la situación física real.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G3-1.</p>	<p>Dentro de la balanza - indica que se hace contacto con la situación física real.</p>  <p>Ejemplo: Respuesta G3-2.</p>

<p>6. Manejo de sombra (claroscuro u opacidad).</p>	<p>Sí - es irrelevante e indica atención no focalizada.</p>	<p>No - indica atención focalizada a los aspectos relevantes del problema.</p>
 <p>Ejemplo: Respuesta G6-4.</p>		 <p>Ejemplo: Respuesta G7.</p>
<p>7. Información textual añadida al dibujo.</p>	<p>Sin información añadida o información referente a la magnitud de las aristas - indica un desempeño vinculado a la información proporcionada.</p>	<p>Información añadida referente a la magnitud de los volúmenes, fórmulas o cálculos propios - indica un desempeño desvinculado de la información proporcionada.</p>
	 <p>Ejemplo: Respuesta G5-4.</p>	<p>Volumen de los cubos</p> <p>6 = 6.6.6 = 216 cm³</p> <p>8 = 8.8.8 = 512 cm³</p> <p>10 = 10.10.10 = 1 000 cm³</p> <p>12 = 12.12.12 = 1 728 cm³</p> <p>Ejemplo: Respuesta G5.</p>

Fuente: elaboración propia.

Calidad de la estructura argumentativa de las respuestas escritas

La calidad de los argumentos esta puede analizarse con base en el trabajo de CEBERIO, ALMUDÍ, ZUBIMENDI (2014). En él presentan un estudio en el que se plantea una actividad para la evaluación de reportes de investigación a partir de la calidad de la argumentación a partir de la propuesta de SAMPSON, GROOMS, WALKER (2011). En particular, esta última se evalúa según criterios correspondientes con tres elementos críticos: “los componentes de un argumento, lo adecuados que resultan los diversos componentes desde la perspectiva de su contenido científico y la naturaleza de la justificación (cómo las conclusiones son validadas en el argumento)” (CEBERIO, ALMUDÍ, ZUBIMENDI, 2014). Los autores proponen que la evaluación de los argumentos se focaliza en:

- a) lo apropiado de la conclusión, que debe ser correcta;
- b) la pertinencia de los referentes conceptuales

considerados en el argumento, que debe relacionarse con las leyes y principios de la materia; c) la calidad de la prueba, que tiene que ser adecuada y suficiente, y d) la suficiencia del razonamiento, que debe justificar que la prueba soporta la conclusión. (p. 75)

Así, a partir del acertijo planteado a los estudiantes y la respuesta basada en argumentos tanto del tipo de respuesta *experta* considerada por Perelman, y argumentos desde los conceptos de Física dada anteriormente, se tienen los criterios correspondientes para cada aspecto. Estos criterios, diferenciados en tres niveles según la calidad de la respuesta, se muestran en la tabla 2. Se calificaron las respuestas que dieron los participantes a la pregunta 1 del instrumento. Se han incluido respuestas tomadas de los estudiantes para ejemplificar cada categoría. Es importante señalar que no se encontraron ejemplos para todos los niveles de las categorías consideradas.

Tabla 2. Elementos considerados para categorizar la *calidad argumentativa* a través de los argumentos esgrimidos por los estudiantes en sus respuestas escritas¹

Criterios específicos para evaluar la calidad de la argumentación en las respuestas escritas			
Aspecto	Nivel	Criterio	Ejemplo representativo tomado de los estudiantes
Conclusión apropiada	2	La respuesta es correcta y se involucran los conceptos de fuerza (peso) y densidad.	Respuesta G4-4: "Si suponemos que cada cm^3 tiene un peso de 1 g, al obtener el volumen de los cubos nos daremos cuenta que el cubo de 12 cm de arista tiene un peso equivalente al peso de los otros 3 sumados" ² .
	1	La respuesta es correcta y se considera solamente el volumen de los cubos.	Respuesta G1: "Obteniendo el volumen de cada cubo obtenemos que: $V_6 = 216$ $V_8 = 512$ $V_{10} = 1000$ $V_{12} = 1728$ y aquí nos damos cuenta que si sumamos los volúmenes V_6, V_8 y V_{10} da el mismo volumen que el bloque que tiene como arista 12 cm."
	0	La respuesta no es correcta.	Respuesta G1-3: "Porque los cubos tienen un cierto volumen, y para llegar a un equilibrio, tenemos que igualar, tenemos que sumar su volumen de 2 cubos para que sea igual a la otra suma de 2 cubos."
Pertinencia conceptual	2	Cuando los estudiantes, además de considerar los volúmenes, mencionan los conceptos de fuerza (peso) y densidad.	Respuesta G1-3: "No porque el cubo es de la misma densidad y volumen sería un desequilibrio. Por otra parte, la gente piensa que el cubo grande (12 cm) creen que es más grande y pesado que el conjunto 2 (6 cm, 8 cm, 10 cm) pero es incorrecto."
	1	Cuando los estudiantes responden con base en los volúmenes de los cubos.	Respuesta G2-2: "Porque los cubos A (8 cm) y B (10 cm) son proporcionales en volumen los dos juntos con el volumen de C (6 cm) y D (12 cm)".
	0	Si la respuesta es dada a partir de las medidas de las aristas; sin considerar el volumen.	Respuesta G2-1: "Suponiendo que el peso de los cubos es constante y va cambiando según su tamaño. Equilibre sus aristas y están en equilibrio".
Calidad de la prueba (adecuada y suficiente)	2	Distinguir masa, fuerza (peso), densidad y volumen.	No hay ejemplo.
	1	Distinguir densidad, fuerza (peso) y/o volumen.	Respuesta G3-1: "Creí que era el correcto porque puse 18 cm de un lado y 18 cm del otro; pero ya me di cuenta que en cm^3 no son iguales, por lo tanto, la manera correcta es la de abajo."
	0	No identificar volumen, masa, fuerza (peso) y densidad.	Respuesta G3-2: "Porque la cantidad de cubos de un centímetro es la misma en ambos lados de la balanza."
Suficiencia del razonamiento	2	Explicitar que la solución que considera la densidad se basa en la igualdad de masas y fuerzas (pesos).	No hay ejemplo.
	1	Explicitar que la solución que considera los volúmenes es adecuada porque los cubos son del mismo material y por tanto de la misma densidad.	No hay ejemplo.
	0	No explicitar ninguno de los dos razonamientos anteriores.	Respuesta G5: "Dado que ya tenemos los volúmenes definidos, buscar la forma para que ahora la suma de los volúmenes coincida con cada lado de la balanza (cubos 6, 8, 10) = 1728 cm^3 y (cubo 12) = 1,728 cm^3 ".

Fuente: elaboración propia.

¹ Las respuestas de los estudiantes se editaron para presentarlas sin errores ortográficos, tales como tildes, signos de puntuación, letras erróneas, y así facilitar la comprensión en la lectura.

² Si bien esta respuesta no menciona explícitamente el concepto de densidad, hace uso de este intuitivamente.

La tabla 3 muestra la calificación obtenida en la calidad argumentativa de una respuesta tipo Perelman. Dicha respuesta, como ya se mencionó, solo refiere la equivalencia de volúmenes. Al tomar como punto de partida los criterios presentados en la tabla 2 para cada una de las cuatro categorías, se asignarían los siguientes puntajes: para la conclusión apropiada y pertinencia conceptual se asigna un punto, porque solo refiere a la equivalencia de volúmenes; para la calidad de la prueba, se asigna un punto, por distinguir al volumen; y, para suficiencia del razonamiento, se asigna 0, porque no explica que la equivalencia de volúmenes es válida en vista de que hay equivalencia de densidades y masas. Así, una calidad argumentativa mayor de 3 puntos sugeriría el uso de argumentos basados en conceptos de Física.

Habilidad para considerar la opinión de otros

La pregunta 2 del instrumento ofrece la posibilidad de estimar la habilidad de los estudiantes para

considerar la opinión de otros. En la redacción de esta pregunta, se estipula que alguien más piensa que la respuesta correcta es la presentada, mas no se afirma que lo sea. La habilidad para considerar la respuesta del otro es importante en la socialización y aprendizaje de la ciencia. Es decir, dado que la ciencia es una construcción social (OBREGÓN, 2002; RUIZ, AYALA, 1998), es importante tomar el punto de vista de otros y contrastarlo con el propio. Por ello, se analizaron los cambios en las respuestas de los estudiantes al momento de contestar la pregunta 2, así como los argumentos que esgrimieron para justificar el cambio o permanecer en la respuesta propia.

De manera análoga a cómo se procedió en la respuesta 1, para la respuesta 2 se especificaron criterios para calificar el cambio de postura o permanecer en la respuesta propia.

Según se observa en la tabla 4, las categorías de análisis tomaron en cuenta si atendía o no a la solución ofrecida por otros, si contrastaban dicha solución con la propia, si eso les permitía llegar

Tabla 3. Calidad argumentativa de la respuesta de Perelman a partir de los criterios de la tabla 2

Aspecto	Conclusión apropiada	Pertinencia conceptual	Calidad de la prueba	Suficiencia del razonamiento	Total
Evaluación	1	1	1	0	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Elementos considerados para categorizar la capacidad de escucha del otro a partir de los argumentos esgrimidos por los estudiantes para cambiar o no su respuesta al acertijo

Criterios específicos para calificar la justificación para el cambio o no de postura a partir de la respuesta sugerida por otro			
Aspecto	Nivel	Criterio	Ejemplo representativo tomado de los estudiantes
Cambio en la dirección apropiada	2	Hay cambio de respuesta de incorrecta a correcta.	<p>Respuesta G3-2:¹</p>

Criterios específicos para calificar la justificación para el cambio o no de postura a partir de la respuesta sugerida por otro			
Aspecto	Nivel	Criterio	Ejemplo representativo tomado de los estudiantes
Cambio en la dirección apropiada	1	No hay cambio de respuesta porque esta es correcta.	Respuesta G1: "En el paso anterior [pregunta 1 del instrumento] comprobamos que es correcto, pues ya obtuvimos el volumen de cada bloque y los comparamos hasta obtener un equilibrio de volúmenes".
	0	No hay cambio de respuesta a pesar de que esta es incorrecta.	Respuesta G4-3: "No creo que sea la respuesta correcta [la ofrecida en la pregunta 2 del instrumento], ya que por las dimensiones de los cubos y el material con los que están hechos, a mi parecer pueden pesar más los 3 cubos que solo uno, aunque ese cubo sea el de dimensiones más grandes."
Considerar explicaciones alternativas para incorporar argumentos nuevos	2	Ofrece nuevos argumentos y estos son pertinentes.	Respuesta G-7: "Pusimos a prueba la sugerencia [solución presentada en la pregunta 2] y sí funcionó, no tomamos en cuenta solo las aristas, sino que tomamos en cuenta el volumen".
	1	Ofrece argumentos nuevos, pero no son pertinentes.	Respuesta G4-3: [Mencionó al tamaño en la respuesta 1. Mencionó al tamaño vinculado al material y el peso en la respuesta 2]
	0	No ofrece argumentos nuevos.	Respuesta G5-4: "No se equilibran los cm."
Identificar la pertinencia de los argumentos del otro	2	Hace referencia a que la solución del otro se basa en los conceptos de fuerza, masa o densidad (independientemente de si la conclusión es correcta o no).	Respuesta G2-2: "Si se piensa que los cuatro cubos son del mismo material, entonces la masa de los tres cubos será mayor que el cubo de arista 12".
	1	Hace referencia a que la solución del otro se basa en el concepto de volumen (independientemente de si la conclusión es correcta o no).	Respuesta G2-1: "Porque están calculando el volumen e intentando que queden equilibrados, pero eso no es lo que nos pide."
	0	No hace referencia a que la solución del otro se basa en los conceptos de fuerza, masa, volumen o densidad (independientemente de si la conclusión es correcta o no).	Respuesta G3-3: [Dejó en blanco el espacio correspondiente].
Contrastar la solución propia con la del otro	2	Explicita que probó la solución del otro y la comparó con la suya propia (independientemente de si la conclusión es correcta o no).	Respuesta G2: "Esta forma de pensar es válida, pues al principio de la actividad solo realizamos la suma de la medida de las aristas, pero esto no era correcto; pues tan solo sumamos una medida. Después de analizarlo con detenimiento, nos dimos cuenta de que el volumen es un valor que depende de 3 medidas y solo consideramos una. $(6 \text{ cm})^3 = 216 \text{ cm}^3$ $(8 \text{ cm})^3 = 512 \text{ cm}^3$ $(10 \text{ cm})^3 = 1000 \text{ cm}^3$ $(12 \text{ cm})^3 = 1728 \text{ cm}^3$ Realizando las operaciones coincidimos en la forma de pensar en el punto 2 [pregunta 2 del instrumento]."
	1	Explicita que probó la solución del otro, pero no la comparó con la suya propia (independientemente de si la conclusión es correcta o no).	Respuesta G1-3: "Por otra parte la gente piensa que el cubo grande (12 cm) creen que es más grande y pesado que el conjunto 2 (6 cm, 8 cm, 10 cm) pero es incorrecto".
	0	No explicita que probó la solución del otro.	Respuesta G2-3: "Pienso que la suma de cada medida elevada al cubo mantiene la misma relación que la suma de las medidas sin ser elevadas."

Fuente: elaboración propia.

a nuevos argumentos y si cambiaban su postura en la dirección correcta. Un valor de 0 en las cuatro categorías implica falta de capacidad para *escuchar* al otro. Cuanto mayor sea el puntaje, podría suponerse que el estudiante cuenta con más herramientas conceptuales para poder comparar su respuesta de manera crítica y cambiarla si la ha identificado como incorrecta.

3. Resultados

En la presente investigación se buscaba identificar el tipo de representación en las respuestas visuales que los estudiantes dibujaron como solución al acertijo propuesto. También se proponía evaluar la calidad de los argumentos en las respuestas escritas. Esta calidad argumentativa se relaciona con el uso correcto de conceptos básicos de física y sus relaciones (fuerza gravitacional, peso, masa, volumen y densidad). Se esperaba encontrar relaciones entre el tipo de representación visual, los argumentos y la solución ofrecida por los estudiantes. Un último aspecto de interés fue la contribución de las respuestas individuales para la elaboración de la respuesta grupal con énfasis en la capacidad de escucha del otro. Por cuestiones de espacio, las calificaciones de las respuestas visuales, la calidad argumentativa y la capacidad de escucha del otro se presentan en el anexo A.

Para empezar, se expone el condensado de todas las calificaciones a los tres aspectos mencionados en la tabla 5. A partir de esta información, se discuten los hallazgos relevantes para responder a las preguntas de investigación.

La tabla 5 contiene las respuestas que los alumnos registraron para las dos preguntas de la figura 1. En la columna “Respuesta a pregunta 1” se registran las respuestas y se clasifican como correctas o incorrectas, dependiendo del dibujo que usaron los estudiantes para atender a la instrucción de lograr el equilibrio en la balanza. La columna “Respuesta a pregunta 2” indica las respuestas que los estudiantes dan a la segunda pregunta del planteamiento, donde se sugiere un arreglo de 3 cubos (6 cm, 8 cm, 10 cm)

a 1 (12 cm) para lograr el equilibrio en la balanza. La columna “Autocorrección” da cuenta de si los alumnos, tanto de forma grupal como individual, utilizan la propuesta planteada en la pregunta 2 para reflexionar sobre esta posibilidad y autocorregirse, de ser el caso. La columna tipo de respuesta visual hace referencia a la categoría de dibujo tipo esquemático (E) o tipo pictórico (P). Las columnas “Calidad argumentativa” y “Capacidad de escucha del otro” arrojan los puntajes que alcanzan las contribuciones grupales e individuales, con base en los criterios de las tablas 2 y 4. Los resultados de las tres últimas columnas están desglosados en el anexo A. De la observación y comparación entre los dibujos grupales e individuales es posible identificar similitudes estilísticas que hacen suponer cuál participante estuvo a cargo de dibujar la respuesta grupal. En la tabla 5, se señala con un asterisco al participante cuyo dibujo fue la fuente para realizar el dibujo grupal.

a. Calidad de las respuestas visuales

Con respecto al tipo de respuesta visual, puede afirmarse lo siguiente. Se obtuvieron y analizaron un total de 39 respuestas: 31 individuales y 8 grupales. Se registraron 10 respuestas individuales del tipo esquemático (32 %); de estas, 6 son incorrectas y 4 son correctas; 21 son del tipo pictórico (68 %), de las cuales 20 son incorrectas y 1 es correcta (véase tabla 5). Con respecto a las respuestas grupales, se tiene que 7 de los 8 equipos lograron dibujos del tipo esquemático (87,5 %) con 6 respuestas correctas y 1 incorrecta. Solamente el equipo 8 entregó una representación pictórica que tiene respuesta incorrecta. Es decir, el trabajo grupal favoreció la elaboración de respuestas visuales al acertijo como representaciones esquemáticas, las cuales se han definido como aquellas que contienen rasgos pertinentes para la solución del problema.

La figura 2 muestra la respuesta verbal ofrecida por el participante 4 del grupo 4, cuya representación visual obtuvo la calificación más alta. Como se

Tabla 5. Respuestas individuales y grupales a las preguntas de la figura 1

Grupo o participante	Respuesta a pregunta 1	Respuesta a pregunta 2	Autocorrección	Tipo de respuesta visual	Calidad argumentativa	Capacidad de escucha del otro
1	correcta	correcto	no	E	3	4
*1-1	incorrecta	incorrecto	no	E	1	0
1-2	incorrecta	incorrecto	no	P	0	0
1-3	incorrecta	incorrecto	no	P	3	2
1-4	incorrecta	incorrecto	no	P	2	0
2	correcta	correcto	sí	E	3	5
2-1	incorrecta	incorrecto	no	P	0	4
*2-2	incorrecta	incorrecto	no	P	2	1
2-3	incorrecta	incorrecto	no	E	0	1
2-4	incorrecta	incorrecto	no	P	1	2
3	correcta	correcto	no	E	3	5
3-1	correcta	correcta	sí	E	3	3
3-2	incorrecta	correcta	sí	E	1	3
*3-3	incorrecta	incorrecto	no	P	0	2
4	correcta	correcto	no	E	3	3
*4-1	incorrecta	correcto ambiguo	no	E	0	1
4-2	correcta	correcto	no	E	3	2
4-3	incorrecta	incorrecto	no	P	0	0
4-4	correcta	correcto	no	E	5	2
5	correcta	correcto	no	E	3	3
5-1	correcta	correcto	no	E	3	3
*5-2	correcta	correcto	no	P	3	2
5-3	incorrecta	incorrecto	no	P	0	1
5-4	incorrecta	incorrecto	no	P	0	0
6	incorrecta	incorrecto	no	E	0	2
*6-1	incorrecta	ambiguo	no	P	0	1
6-2	incorrecta	incorrecto	no	P	0	0
6-3	incorrecta	ambiguo	no	P	0	4
6-4	incorrecta	incorrecto	no	P	0	0
7	correcta	correcto	si	E	3	6
7-1	incorrecta	incorrecto	no	E	0	1
7-2	incorrecta	incorrecto	no	P	0	0
*7-3	incorrecta	ambiguo	no	P	0	1
7-4	incorrecta	incorrecto	no	P	2	1
8	incorrecta	incorrecto	no	P	0	1
8-1	incorrecta	incorrecto	no	P	2	1
8-2	incorrecta	incorrecto	no	E	0	1
*8-3	incorrecta	ambiguo	no	P	0	1
8-4	incorrecta	incorrecto	no	P	0	0

* indica el dibujo que los autores consideran como fuente para realizar el dibujo grupal.

Fuente: elaboración propia.

observa, la representación tridimensional solo la llevó a cabo para los cubos, no para la balanza. Además, la anotación del dato de la arista ocurre de manera pertinente. Los cubos están colocados dentro de los platillos de la balanza y se han dibujado considerando la proporcionalidad de sus tamaños.

Las anotaciones adicionales sugieren el cálculo del volumen a partir de la arista de los cubos. Todos estos elementos indican atención a los aspectos relevantes de la solución. Por ello, no sorprende que este participante haya respondido al acertijo con la respuesta correcta.

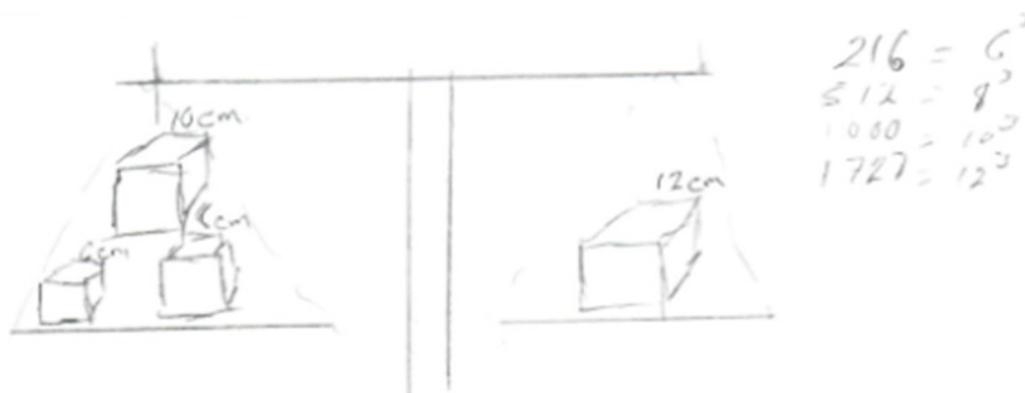


Figura 2. Ejemplo de representación esquemática con el puntaje más alto observado para una contribución individual (respuesta G4-4).

Tabla 6. Promedios de la calidad de los argumentos de los integrantes de cada equipo

Grupo	Aspecto				Nivel	
	CA	PC	CP	S	Individual promedio	Grupal
G1	0,00	0,75	0,75	0,00	1,50	3
G2	0,67	0,33	0,33	0,00	1,33	3
G3	0,67	0,33	0,33	0,00	1,33	3
G4	0,75	0,50	0,75	0,00	2,00	3
G5	0,50	0,50	0,50	0,00	1,50	3
G6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
G7	0,00	0,25	0,25	0,00	0,50	3
G8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0

Fuente: elaboración propia.

b. Calidad argumentativa

De la tabla 5 se destaca el hecho de que la calificación grupal para la calidad argumentativa no excede a la individual, a excepción del equipo 4 cuyo integrante 4-4 obtuvo la máxima calificación en este rubro. También, en los equipos que no lograron la respuesta correcta (equipos 6 y 8), la calidad argumentativa de todos los integrantes fue cero con excepción del 8-1, de ahí que se puede inferir la necesidad de una calidad argumentativa individual no nula que enriquezca la respuesta grupal.

Las relaciones entre la calidad argumentativa individual y grupal se detallan en la tabla 6, en la que se

recogen los promedios correspondientes a la calidad de los argumentos presentados por los miembros de cada grupo, calculados según las categorías mostradas en el anexo A. Los aspectos considerados con una escala de 0 a 2 son: la conclusión adecuada (CA), la pertinencia conceptual (PC), la calidad de la prueba (CP) y la suficiencia del razonamiento (S). La columna “nivel individual promedio” es la suma de los promedios de cada aspecto para las respuestas individuales. La última columna contiene la calificación de la calidad argumentativa a partir del trabajo grupal (tomada de la tabla 5). Esto nos sirve para identificar el nivel que alcanzan los argumentos debido a la contribución de sus miembros.

Según la tabla 6, la calidad de la argumentación individual, en promedio, mejora cuando se trabaja en equipos. Esto es, a manera de ilustración, en el grupo 2, cada estudiante tiene un nivel de argumentación promedio de 1,33; sin embargo, con el trabajo en equipo, el nivel de argumentación alcanzado es 3. Caso digno de mención es el del grupo 4, en el que se encuentra el estudiante cuyo nivel de argumentación llega a 5, gracias a él, el promedio individual llega al 2 y, con el trabajo en equipo, sube a 3. Sin embargo, esto a costa de una disminución en la calidad de argumentación individual.

La figura 3 muestra la relación entre el nivel de argumentación y el tipo de respuesta que dieron al acertijo: correcta o incorrecta. Para ello, se calcularon los porcentajes de estudiantes que contestaron con una calificación dada de calidad argumentativa separándolos según si habían dado o no la respuesta correcta. Hay que recordar que una respuesta experta tipo Perelman implica una calidad argumentativa de 3 que, como se expone en la introducción, está basada en equivalencia de volúmenes y no en equivalencia de masas. Esto último implica una calidad argumentativa mayor a 3. Así, la baja calidad argumentativa parece estar asociada a respuestas incorrectas, mientras que una calidad argumentativa igual o mayor de 3 (basada en conceptos de Física) está asociada a respuestas correctas.

Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas e incorrectas

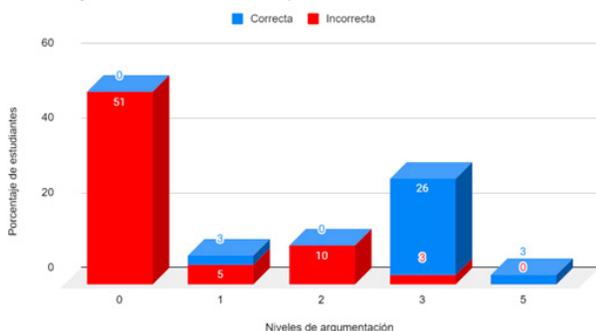
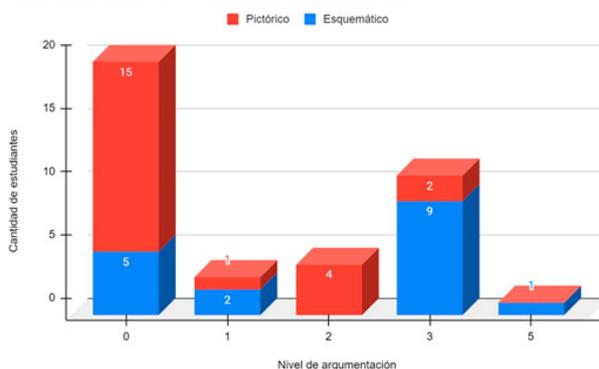


Figura 3. Relación entre el nivel de argumentación y el porcentaje de estudiantes que obtuvieron respuestas correctas e incorrectas.

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, se hizo una comparación entre el nivel de argumentación y el tipo de dibujo pictórico o esquemático elaborado (figura 4). Como se observa, hay un punto de cambio en las proporciones de respuestas esquemáticas y pictóricas en la calidad argumentativa igual a 3 que se ha asignado a la respuesta experta tipo Perelman. Así, la baja calidad argumentativa parece estar asociada a representaciones pictóricas (con énfasis en aspectos estéticos no pertinentes), mientras que una calidad argumentativa igual o mayor de 3 (basada en conceptos de Física) está asociada a representaciones esquemáticas (con énfasis en los elementos gráficos pertinentes para la solución del acertijo).

Tipo de dibujo por cada nivel de argumentación



Nota: se incluyen las respuestas tanto individuales como grupales.

Figura 4. Respuestas de los estudiantes por cada tipo de dibujo en relación con el nivel de argumentación. Fuente: Elaboración propia.

c. Capacidad de escucha del otro

En la tabla 5 pueden establecerse relaciones entre el trabajo individual y grupal, a partir de las calificaciones de la capacidad de escucha del otro y la iniciativa tomada al momento de dibujar la respuesta grupal. La calificación de la capacidad de escucha del otro fue mayor en las respuestas grupales que el máximo de la calificación individual, con excepción del equipo 6. En este, el participante 6-3 logró una calificación de 4 y la respuesta grupal alcanzó solo una nota de 2. Esto

sugiere que el trabajo grupal, aunque no promueve una mayor calidad argumentativa, favorece la capacidad para tomar en cuenta los puntos de vista de los otros.

Por último, respecto a los dibujos grupales, de la tabla 5 se observa que quien estuvo a cargo de dibujar la respuesta grupal (señalado en la tabla con asterisco) no tenía las mejores notas en respuesta correcta, tipo de respuesta visual, nivel de argumentación ni en capacidad de escucha del otro. Intuitivamente, se podría pensar que quien dibuja la respuesta grupal es quien asume el liderazgo de la dinámica en grupo. Sin embargo, con los datos recabados no es posible explorar las relaciones de poder de la dinámica del grupo que promueven liderazgo.

4. Discusión y conclusiones

La presente investigación muestra la comparación entre las respuestas individuales y grupales durante la solución del acertijo de Perelman de estudiantes universitarios. Estas respuestas, desde una perspectiva del aprendizaje de la Física, deben evidenciar conocimientos relativos a conceptos como fuerza gravitacional, peso, masa, volumen y densidad, así como la relación entre estos. Es decir, un estudiante con conocimiento tanto del lenguaje de la física como los conceptos antes mencionados, incorpora en su respuesta al acertijo estos y sus relaciones de una manera satisfactoria. Lo anterior da cuenta del nivel de logro de las competencias científicas del estudiante, puesto que incorpora habilidades para la comunicación, conocimientos factuales, identificación y procesamiento de información, análisis de enunciados científicos, solución de problemas tanto de forma individual como en equipo.

Respecto a la relación entre las respuestas visuales y la calidad argumentativa, se tiene que un nivel alto de argumentación está asociado con representaciones visuales de tipo esquemático. Estas dejan de lado detalles estéticos para centrarse en aspectos relevantes para la solución del problema.

Adicionalmente, se encontraron pistas de las variables que parecen favorecer que se encuentre una respuesta correcta al acertijo de manera individual y grupal. Los resultados sugieren que una representación esquemática del problema está relacionada con el establecimiento de respuestas correctas. Sin embargo, no se encontró evidencia para suponer una relación bidireccional entre ellos. Es decir, la mayoría de las respuestas que fueron correctas implican una representación esquemática del problema, pero elaborar un dibujo esquemático no asegura que se llegue a la respuesta correcta. Lo mismo puede decirse con respecto a la calidad de la argumentación y la respuesta correcta.

En cuanto a la pregunta 2 del instrumento empleado, en la que se plantea a los estudiantes la respuesta tipo Perelman y se les cuestiona si creen que esa es la solución correcta, la mención de la respuesta correcta (sin especificar que lo fuera) promovió el cambio de respuesta en algunos participantes. Además, en un equipo favoreció su autocorrección. Sin embargo, su efecto no pareció relevante, debido a la ambigüedad con que se presentó. Esto sugiere que la búsqueda de la respuesta correcta está influenciada por relaciones de poder basadas en la autoridad, prestigio o experticia de otros. Vale la pena señalar que los argumentos presentados no alcanzan la calidad de la respuesta experta, lo que indica que el desarrollo de aprendizajes de los conceptos físicos y la habilidad para utilizarlos de forma individual o en equipo deben ser reforzados por parte de los docentes, aunque, tampoco Perelman dio una respuesta con este nivel de rigurosidad.

A través del análisis de los trabajos que los estudiantes entregaron en físico, no es posible entender cómo algunos grupos llegaron a la respuesta correcta, pues ninguno de sus integrantes aportó una contribución correcta en su desempeño individual. Puede inferirse, para los grupos que lograron una respuesta correcta, ya que algunos de sus miembros lo hicieron, que estos últimos lograron convencer quizás al resto del equipo para seleccionar la respuesta correcta. Un futuro estudio en este tenor implicaría la grabación

en video de las interacciones de los equipos, lo que arrojaría información acerca del proceso adoptado para llegar a una respuesta grupal.

Diversos estudios indican lo valioso y enriquecedor del trabajo colaborativo como estrategia de aprendizaje en un contexto educativo (JARAMILLO, QUINTERO, 2021; REYES, SAAVEDRA, AGUAYO, 2019). De ahí la relevancia de incluir actividades colaborativas para resolver problemas, como la que se propuso en este trabajo. A manera de consideraciones para investigaciones futuras, se destaca que en las interacciones grupales se tendrían que establecer reglas y lineamientos para el antes, durante y después de la actividad colaborativa: analizar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, para así formar los grupos de manera heterogénea, dar un seguimiento a los procesos de interacción, evaluar los resultados de forma cuantitativa y cualitativa a través de instrumentos que no solo arrojen luz sobre si se obtuvieron las respuestas correctas, sino que además permitan evaluar el desempeño de los participantes de forma individual y cómo es que perciben la interacción y el desempeño de sus compañeros (REYES, SAAVEDRA, AGUAYO, 2019). Así como la forma en que la actividad colaborativa abona a generar un ambiente que motive al aprendizaje entre pares.

a. Limitaciones de la presente investigación y futuras investigaciones

No se puede tener acceso a detalles de la discusión y sugerir para una futura investigación que debería intentarse metodología que incluya videos y audio.

5. Referencias

- ASGARI, M.; JAVADIPOUR, M.; SALEHI, K.; ZAREI, A. Review of the intended curriculum of the second elementary course based on compliance with the criteria and indicators of De Bono's Lateral Thinking in science textbooks. **Research in Teaching**, Kurdistán: Irán, v. 10, n. 1, pp. 80-49. 2022. <https://www.doi.org/10.34785/I012.2022.003>
- CEBERIO, M.; ALMUDÍ, J. M.; ZUBIMENDI, J. L. Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, Barcelona: España, v. 32, n. 3, pp. 71-88. 2014. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1112>
- ESCOBAR, J.; CUERVO, A. Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. **Avances en Medición**, Bogotá: Colombia, v. 6, n. 1, pp. 27-36. 2008.
- FACIONE, P. **Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction (The Delphi Report)**. American Philosophical Association. Newark: EE. UU. 1990.
- FISHER, R. **Teaching children to think**. Nelson Thornes. Cheltenham: Reino Unido. 2005.
- FREDERICK, S. Cognitive reflection and decision making. **Journal of Economic Perspectives**, Nashville: EE. UU., v. 19, n. 4, pp. 25-42. 2005. <https://doi.org/10.1257/089533005775196732>
- HEARD, J.; SCOLAR, C.; DUCKWORTH, D.; RAMALINGAM, D.; TEO, I. **Critical thinking: Skill development framework**. Australian Council for Educational Research. Melbourne: Australia. 2020. https://research.acer.edu.au/ar_misc/41
- HEGARTY, M.; KOZHEVNIKOV, M. Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. **Journal of Educational Psychology**, Washington: EE. UU, v. 91, n. 4, pp. 684-689. 1999. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.4.684>
- JARAMILLO, B.; QUINTERO, S. Trabajando en equipo: múltiples perspectivas acerca del trabajo cooperativo y colaborativo: **Educación y Humanismo**, Barranquilla: Colombia, v. 23, n. 41, pp. 205-233. 2021. <https://doi.org/10.17081/eduhum.23.41.4188>
- KADOR, J. **How to ace the brainteaser interview**. McGraw-Hill. Nueva York: EE. UU. 2004.
- KAHNEMAN, D. **Thinking, fast and slow**. Farrar, Straus and Giroux. Nueva York: EE. UU. 2011.
- LIPMAN, M. Critical thinking: What can it be? **Educational Leadership**, Tecumseh: EE. UU., v. 46, n. 1, pp. 38-43. 1988. https://files.ascd.org/staticfiles/ascd/pdf/journals/ed_lead/el_198809_lipman.pdf

- MALHERBE, K. Puzzle based learning in undergraduate studies. **International Journal for Innovation Education and Research**, Dhaka: Bangladesh, v. 9, n. 11, pp. 383-397. 2021. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol9.iss11.3525>
- MONTEALEGRE, R. La solución de problemas cognitivos: una reflexión cognitiva sociocultural. **Avances en Psicología Latinoamericana**. Bogotá: Colombia, v. 25, n. 2, pp. 20-39. 2007.
- OBREGÓN, D. La construcción social del conocimiento: los casos de Kuhn y de Fleck. **Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia**, Bogotá: Colombia, v. 3, n. 7, pp. 41-58. 2002.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **PISA 2021 Creative Thinking Framework (Third Draft)**. 2019. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA-2021-creative-thinking-framework.pdf>
- PERELMAN, Y. I. **Fun with maths and physics. Brain teasers, tricks and illusions**. Mir Publishers. Moscú: URSS. 1988. <https://archive.org/details/FunWithPhysicsAndMaths-English-BrianTeasersTricksIllusions/mode/2up>
- PERRI, D. F.; CALLANAN, G. A.; ROTENBERRY, P. F.; OEHLERS, P. F. Education and training in ethical decision making: Comparing context and orientation. **Education+ Training**, Bradford: Reino Unido, v. 51, n. 1, pp. 70-83. 2009. <https://doi.org/10.1108/00400910910931841>
- POUNDSTONE, W. **How would you move Mount Fuji?: Microsoft's cult of the puzzle-how the world's smartest companies select the most creative thinkers**. Little, Brown and Company. Nueva York: EE. UU. 2003. <https://ndtpm.files.wordpress.com/2012/01/how-would-you-move-mount-fuji.pdf>
- POUNDSTONE, W. **Are you smart enough to work at Google?** Little, Brown and Company. Nueva York: EE. UU. 2012. https://www.academia.edu/20077893/Are_You_Smart_Enough_to_Work_at_Google
- PRESMEG, N. C. Visualisation in high school mathematics. **For the Learning of Mathematics**, New Westminster: Canadá, v. 6, n. 3, pp. 42-46. 1986. <http://www.jstor.org/stable/40247826>
- REYES TORRES, G. A.; SAAVEDRA, J. H.; AGUAYOVERGARA, M. Aprendizaje basado en equipos en un curso de Ingeniería en Educación Superior. **Revista Educación**, San Pedro de Montes de Oca: Costa Rica, v. 44, n. 1, pp. 361-380. 2019. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i1.38316>
- REZVANIFARD, F.; RADMEHR, F.; ROGOVCHENKO, Y. Advancing engineering students' conceptual understanding through puzzle-based learning: A case study with exact differential equations. **Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA**, Oxford, Inglaterra, v. 42, n. 2, pp. 126-149. 2023. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrac005>
- RUIZ, R.; AYALA, F. **El método en las ciencias. Epistemología y darwinismo**. Fondo de Cultura Económica. México. 2015.
- SAMPSON, V.; GROOMS, J.; WALKER, J. Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. **Science Education**, Hoboken: EE. UU., v. 95, n. 2, pp. 217-257. 2011. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- SLISKO, J. Sacándole más jugo al problema de la corona. Primera parte: el tratamiento conceptual. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz: España, v. 2, n. 3, pp. 364-373. 2005.
- SLISKO, J.; FORJAN, M.; CRUZ, A. C. Equilibrium of four cubes on a balance: Exploring high-school students' answers and different ways of challenging their "fast thinking". **Latin-American Journal of Physics Education**, Ciudad de México: México, v. 14, n. 2, art. 2301. 2020.
- TOPLAK, M. E.; WEST, R. F.; STANOVICH, K. E. The cognitive reflection test as a predictor of performance on heuristics-and-biases tasks. **Memory & Cognition**, Chicago, EE. UU., v. 39, n. 7, 1275-1289. 2011. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0104-1>
- URRUTIA, M.; BARRIOS, S.; GUTIÉRREZ, M.; MAYORGA, M. Métodos óptimos para determinar validez de contenido. **Revista Cubana de Educación Médica Superior**, La Habana: Cuba, v. 28, n. 3, pp. 547-558. 2014.

Anexo A.

Calificaciones obtenidas según los protocolos de evaluación para respuestas visuales, calidad argumentativa y habilidad de escucha del otro

Grupo o participante	Tipo de respuesta visual ^a									Calidad argumentativa ^b				Capacidad de escucha del otro ^c					
	Puntaje según las categorías							Total	TIPO	Puntaje según las categorías				Total	Puntaje según las categorías				Total
	1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11		12	13	14	15	
1	0	1	1	1	1	1	0	5	E	1	1	1	0	3	1	0	1	2	4
1-1	0	1	1	1	1	0	1	5	E	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1-2	0	1	1	1	1	0	0	4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-3	1	0	0	1	0	1	0	3	P	0	2	1	0	3	0	0	1	1	2
1-4	0	1	1	1	1	0	0	4	P	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0
2	1	0	1	1	1	1	0	5	E	1	1	1	0	3	2	0	1	2	5
2-1	0	1	0	1	1	0	0	3	P	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4
2-2	1	0	0	1	1	0	0	3	P	0	1	1	0	2	0	0	0	1	1
2-3	1	0	1	1	1	1	0	5	E	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
2-4	1	0	0	0	1	1	0	3	P	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2
3	1	0	1	1	1	1	0	5	E	1	1	1	0	3	1	1	2	1	5
3-1	1	0	1	1	0	1	1	5	E	1	1	1	0	3	2	0	0	1	3
3-2	0	1	1	1	1	1	0	5	E	1	0	0	0	1	2	0	0	1	3
3-3	1	0	0	0	1	1	0	3	P	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
4	1	0	1	1	1	1	0	5	E	1	1	1	0	3	1	0	1	1	3
4-1	1	0	1	1	1	1	0	5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4-2	1	1	0	0	1	1	1	5	E	1	1	1	0	3	1	0	0	1	2
4-3	0	0	1	1	1	0	0	3	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4-4	1	1	1	1	1	0	1	6	E	2	1	2	0	5	1	0	0	1	2
5	1	0	1	1	1	1	1	6	E	1	1	1	0	3	1	0	1	1	3
5-1	1	0	1	0	1	1	1	5	E	1	1	1	0	3	1	0	1	1	3
5-2	1	0	0	1	1	1	0	4	P	1	1	1	0	3	1	0	0	1	2
5-3	0	1	0	0	1	1	0	3	P	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5-4	1	1	0	0	1	0	0	3	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	1	0	0	5	E	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
6-1	0	1	1	1	1	0	0	4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6-2	1	1	0	0	1	1	0	4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-3	0	1	1	1	1	0	0	4	P	0	0	0	0	0	0	1	2	1	4
6-4	0	1	0	0	1	1	0	3	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	1	1	1	1	0	5	E	1	1	1	0	3	2	1	1	2	6
7-1	1	0	1	1	1	1	0	5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7-2	1	0	0	1	1	1	0	4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-3	0	0	1	1	1	1	0	4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7-4	0	1	1	1	1	0	0	4	P	0	1	1	0	2	0	0	0	1	1
8	1	0	0	0	1	1	0	3	P	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8-1	1	0	0	1	1	1	0	4	P	0	1	1	0	2	0	0	0	1	1
8-2	1	0	1	1	1	1	0	5	E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8-3	0	0	1	1	1	1	0	4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8-4	1	0	0	1	1	1	0	4	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Notas:

^a: Resultados obtenidos de aplicar los criterios de la tabla 1.

^b: Resultados obtenidos de aplicar los criterios de la tabla 2.

^c: Resultados obtenidos de aplicar los criterios de la tabla 4.

P = representación pictórica y E = representación esquemática.

Categorías:

1. Representación de la balanza.
2. Representación de los cubos.
3. Tamaño de los cubos e información de la longitud de las aristas.
4. Proporción de los diferentes tamaños de los cubos.
5. Posición de los cubos con respecto a la balanza.
6. Manejo de sombra (claroscuro u opacidad).
7. Información textual añadida al dibujo.
8. Conclusión adecuada.
9. Pertinencia conceptual.
10. Calidad de la prueba.
11. Suficiencia del razonamiento.
12. Cambio en la dirección apropiada.
13. Considerar explicaciones alternativas para incorporar argumentos nuevos.
14. Identificar la pertinencia de los argumentos del otro.
15. Contrastar la solución propia con la del otro.





GAMIFICACIÓN PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS BASADO EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN ESTUDIANTES CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES (NEE)

GAMIFICATION FOR THE TEACHING AND LEARNING OF MATHEMATICS BASED ON PROBLEM SOLVING FOR STUDENTS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS SEN

GAMIFICAÇÃO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA ALUNOS COM NECESSIDADES EDUCACIONAIS ESPECIAIS NEE

Diana Patricia Cárdenas Cuesta^{ID*}
Gerardo Antonio Chacón Guerrero^{ID**}

Cómo citar este artículo: Cárdenas, D. y Chacón, G. (2023). Gamificación para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas basado en la solución de problemas en estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE). *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 496-511. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.21036>

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar un conjunto de actividades orientadas a la gamificación de retos matemáticos que permitan identificar conocimientos de los estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE) de ciclo V, a partir de la solución de problemas y establecer qué heurísticas o recursos emplean en su desarrollo. Se usó como metodología un enfoque cualitativo, donde se realizó un estudio de caso con cinco estudiantes (tres mujeres y dos hombres) de grado décimo de un colegio público de la ciudad de Bogotá, Colombia. Para ello, se establecieron cuatro fases: la primera consistió en el planteamiento del problema, fundamentación teórica y determinación de elementos metodológicos para el desarrollo de la investigación. La segunda fue el diseño de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) en *ingame* con un primer mundo denominado "Explorando", donde los estudiantes se enfrentaron a seis retos matemáticos en la plataforma, que tuvo herramientas interactivas, y dinámicas de juego para incentivar la participación en la clase de matemáticas. La tercera fase fue la socialización del proyecto a la institución educativa, además de la solicitud a los padres de familia de los consentimientos informados, por ser menores de edad, y la implementación del AVA. La última fase muestra el análisis de resultados frente al

Recibido: Julio de 2023; aprobado: Agosto de 2023

* Estudiante de Doctorado en Educación Matemática. Universidad Antonio Nariño. Bogotá, Colombia. diana.cardenas@uan.edu.co - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6906-8690>.

** Doctor en Matemáticas. Universidad Antonio Nariño. Bogotá, Colombia. gerardoachg@uan.edu.co - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7325-5245>.

trabajo de los estudiantes, así como las soluciones dadas en cada uno de los retos, y se analizan elementos del discurso matemático que emplean a la hora de justificar sus respuestas. Este primer estudio sirve como punto de partida y orientación para el desarrollo de esta pesquisa y abre una puerta para profundizar en investigaciones sobre el uso de la gamificación en la enseñanza y aprendizaje de la matemática y su pertinencia para incluir a estudiantes que presentan diferentes situaciones de discapacidad. **Palabras clave:** inclusión, necesidades educativas especiales, gamificación, solución de problemas.

Abstract

This research aimed to design and implement a set of activities aimed at the gamification of mathematical challenges that allow identifying knowledge of students with special educational needs (SEN) of cycle V, based on problem solving and establishing which heuristics or resources used in their development. A qualitative approach was used as a methodology, where a case study was carried out with five tenth grade students (three women and two men) from a public school in the city of Bogotá, Colombia. For this, four phases were established: the first consisted of the formulation of the problem, theoretical foundation and determination of methodological elements for the development of the research. The second was the design of a Virtual Learning Environment AVA in ingame with a first world called "Exploring", where students faced six mathematical challenges on the platform, which had interactive tools and game dynamics to encourage participation in math class. The third phase was the socialization of the project to the educational institution, in addition to the request from parents for informed consent, since they were minors, and the implementation of the AVA. The last phase shows the analysis of results against the students' work, as well as the solutions given in each of the challenges, and elements of the mathematical discourse that they use when justifying their answers are analyzed. This first study serves as a starting point and orientation for the development of this research and opens a door to deepen research on the use of gamification in the teaching and learning of mathematics and its relevance to include students who present different learning situations. disability.

Keywords: Inclusion, Cognitive disability, Gamification, Problem Solving.

Resumo

Esta investigação teve como objetivo conceber e implementar um conjunto de atividades voltadas para a gamificação de desafios matemáticos que permitam identificar conhecimentos de alunos com necessidades educativas especiais (NEE) do ciclo V, com base na resolução de problemas e estabelecer quais as heurísticas ou recursos utilizados no seu desenvolvimento. Utilizou-se como metodologia uma abordagem qualitativa, onde foi realizado um estudo de caso com cinco alunos do décimo ano (três mulheres e dois homens) de uma escola pública da cidade de Bogotá, Colômbia. Para isso foram estabelecidas quatro fases: a primeira consistiu na formulação do problema, fundamentação teórica e determinação de elementos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa. A segunda foi a concepção de um Ambiente Virtual de Aprendizagem AVA ingame com um primeiro mundo denominado "Explorando",

onde os alunos enfrentavam seis desafios matemáticos na plataforma, que contava com ferramentas interativas e dinâmicas de jogos para estimular a participação nas aulas de matemática. A terceira fase foi a socialização do projeto à instituição de ensino, além da solicitação de consentimento informado dos pais, por serem menores, e a implementação do AVA. A última fase mostra a análise dos resultados face ao trabalho dos alunos, bem como as soluções dadas em cada um dos desafios, e são analisados elementos do discurso matemático que utilizam para justificar as suas respostas. Este primeiro estudo serve como ponto de partida e orientação para o desenvolvimento desta investigação e abre portas para aprofundar pesquisas sobre a utilização da gamificação no ensino e aprendizagem da matemática e a sua relevância para incluir alunos que apresentam diferentes situações de aprendizagem.

Palavras chave: Inclusão, Deficiência Cognitiva, Gamificação, Resolução de Problemas.

1. Introducción

En la actualidad, el sistema educativo colombiano responde a las políticas de inclusión determinadas por la UNESCO (1994), las cuales establecen que todas las personas con algún tipo de discapacidad tienen derecho a la educación y, por tanto, es indispensable que se incluyan estos estudiantes en las aulas regulares y reciban una educación de calidad. Por su parte, la ONU diseñó, en 2004, un módulo de educación inclusiva, con el fin de difundir la información necesaria a nivel mundial, que contribuya a efectuar las adaptaciones curriculares en las instituciones y así brindar una educación de calidad a las personas que presentan necesidades educativas especiales (NEE). La UNESCO (2008, 2020) menciona que todas las instituciones educativas públicas y privadas deben incluir en sus aulas estudiantes que presenten diferentes tipos de NEE o discapacidades.

Frente a estas directrices, Colombia realizó un proceso de ajustes curriculares e inclusión para acoger a esta población, por ello el Ministerio de Educación Nacional (MEN) expidió el Decreto 1421 de 2017, “por el cual se reglamenta en el marco de la educación inclusiva la atención educativa a la población con discapacidad”.

Una de las más recurrentes es la Discapacidad Cognitiva (DC) que es considerada por el MEN (2006)

como “una disposición funcional específica en los procesos cognitivos, habilidades de procesamiento y estilos de pensamiento, que determinan el desempeño y el aprendizaje de una persona” (p. 41). La DC es más específica que la discapacidad intelectual y más cercana a las prácticas educativas por su relación directa con los procesos de aprendizaje. Según el Sistema Integrado de Matrícula (Simat), en 2019 había 11 244 estudiantes con discapacidad cognitiva matriculados en la ciudad de Bogotá; en 2023 el número ascendió aproximadamente a 20 036, lo cual indica un aumento, año tras año, del número de estudiantes con DC en las instituciones educativas.

En ese sentido, en atención a las políticas de educación inclusiva, las instituciones deben brindar información necesaria que contribuya a realizar las adaptaciones curriculares, para brindar una educación de calidad a las personas que presentan diferentes tipos de NEE (MEN, 2017). Sin embargo, se evidencia una escasa información sobre planes de formación u orientación a los maestros sobre como enseñar el área de matemáticas a este tipo de población en los niveles de Educación Básica, Secundaria y Media.

ARROYAVE, FREYLE (2009) mencionan que no en todos los casos en las instituciones educativas se adelantan las adaptaciones correspondientes en el aula, y hay poco conocimiento de los docentes sobre

estrategias para potencializar los aspectos cognitivos y favorecer las diferencias individuales. Así mismo,

los estudiantes que presentan NEE no se benefician de igual manera de las estrategias pedagógicas propuestas, pues los maestros no realizan una planeación de tiempo, ni establecen metas de aprendizaje, no evalúan si los contenidos a los que acceden corresponden a las actividades planteadas, es decir, no presentan habilidades metacognitivas que les permitan reflexionar sobre sus aprendizajes y la manera efectiva de como desarrollan estos. (p. 57)

Los maestros que trabajan con niños que presentan NEE desarrollan, en compañía del profesional de apoyo de cada institución, planes individuales de ajustes razonables (PIAR), con el fin de flexibilizar los temas propuestos en el aula, según el diagnóstico y a las necesidades que presentan, y así asignar tareas o actividades diferentes del resto de la clase, que deben realizar de forma individual, o aparte del resto de compañeros de la clase.

LÓPEZ (2011) denomina este tipo de acciones como *exclusión interna*, porque se tiene la idea de que ellos no poseen las habilidades para enfrentarse a los conceptos del área o porque los maestros no están capacitados para enseñar a estudiantes con NEE. Algunas investigaciones sobre la intervención en el proceso de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas a población con NEE, se han llevado a cabo con estudiantes de Preescolar y Primaria, específicamente a partir de la instrucción para la enseñanza y aprendizaje (FERNÁNDEZ, SAHUQUILLO 2015; ARIAS, PRIETO, 2015; GÖRANSSON, HELLBLUM, AXDORPH, 2016; KEVIN, CHUNG, TAM, 2005; PRENDERGAST, SPASSIANI, ROCHE, 2017), o la enseñanza de la probabilidad en educación básica (LÓPEZ, 2018). En Secundaria la información es escasa. Algunos estudios en Colombia corresponden a los de ALDANA, LÓPEZ (2016); HOWARD-MONTANER *et al.* (2018), y GONZÁLEZ, SÁNCHEZ (2019), quienes realizan diferentes prácticas pedagógicas para la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con DC. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante

desarrollar actividades y estrategias didácticas que favorezcan la inclusión de los estudiantes que presentan diferentes tipos de NEE en el aula de clase, y conocer qué tipo de heurísticas utilizan, a la hora de solucionar problemas matemáticos. En este sentido, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo favorecer la inclusión de estudiantes que presentan NEE en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas? Para dar respuesta, se plantea como objetivo diseñar e implementar un conjunto de actividades orientadas a la gamificación de retos matemáticos, que permita identificar conocimientos que tienen los estudiantes con NEE de ciclo V en la solución de problemas y conocer qué heurísticas emplean en su desarrollo.

2. Marco teórico

a. Educación inclusiva

Para fines de este trabajo, se han tomado dos puntos de vista del concepto de educación inclusiva, uno desde lo social y otro específicamente de la educación matemática.

El MEN (2013), en su documento *Lineamientos política de educación superior inclusiva*, establece que la educación inclusiva se define como “una estrategia central para luchar contra la exclusión social” (p. 7). Para otros autores como LÓPEZ (2011),

la educación inclusiva es un proceso para aprender a vivir con las diferencias de las personas. Es un proceso, por tanto, de humanización y supone respeto, participación y convivencia; sin embargo, la integración hace alusión a que las diferentes y los colectivos minoritarios se han de adaptar a una cultura hegemónica. (p. 49)

En ese sentido la educación inclusiva se entiende como aquella ofrecida por la escuela, proporcionando a todos los estudiantes el acceso a una educación, que sea común para todos y que ofrezca una formación significativa y de calidad, en los diferentes niveles de formación donde los estudiantes sean partícipes

de la construcción del conocimiento, respetando y valorando las diferencias de los demás.

Desde la educación matemática no hay una definición formal; sin embargo, TENNANT, FOLEY (2014) describen la inclusión como el hecho que “siempre que sea posible, todos los niños deben estar en la misma clase, formando relaciones significativas entre grupos, y encontrando el éxito y el desafío en el currículo” (p. 77). ROOS (2019) menciona que la inclusión se ve como un asunto social de participación en la práctica matemática, y ser incluido puede ser visto como un proceso de equidad e inclusión en el aula. Para BOALER (2016), la educación matemática puede ofrecer al problema de las desigualdades sociales y las exclusiones, la construcción de una *mentalidad matemática*, que brinde una mejor enseñanza, un aprendizaje más efectivo y un aula de clase más inclusiva. Para mantener la equidad en la formación de matemáticas en las escuelas propone las siguientes estrategias:

- i) Ofrecer contenidos de alto nivel
- ii) Trabajar para cambiar las ideas relativas a quienes pueden tener éxito con las matemáticas.
- iii) Alentar a los estudiantes a pensar profundamente sobre las matemáticas.
- iv) Enseñar a los estudiantes a trabajar juntos.
- v) Brindar a las niñas y a los estudiantes de color un estímulo adicional para que aprendan matemáticas y ciencias.
- vi) Prescindir de los deberes o al menos cambiar la orientación de estos.

Estas estrategias permiten desarrollar aulas más inclusivas y equitativas en las clases de matemáticas; además, promueven la igualdad, la creatividad y la oportunidad de que esta materia sea accesible para todos.

b. Solución de problemas

Una de las estrategias que permiten el desarrollo del pensamiento matemático es la solución de problemas, como lo plantean POLYA (1976),

SCHOENFELD (1985), DE GUZMÁN (1989), entre otros. Para POLYA (1981), tener un problema significa buscar de forma consciente una acción apropiada para lograr un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable de forma inmediata.

Por su parte, SCHOENFELD (1985) afirma que un problema “no es inherente a una tarea en matemáticas, es una relación particular entre el individuo y la tarea que requiere una habilidad intelectual, por medio de los cuales los estudiantes aprenden a pensar matemáticamente” (p. 12). Agrega que para trabajar como recurso didáctico la solución de problemas hay que tener en cuenta otros factores que van más allá de las heurísticas, como lo planteaba Polya; para ello establecen cuatro categorías: recursos, heurísticas, control y sistema de creencias. Años más tarde, SCHOENFELD (2011) simplificó su teoría en tres pasos, e indicó que las personas al enfrentarse a un problema toman decisiones en función de los recursos, los objetivos y orientaciones, que pueden explicarse no solo en macro- sino también en microniveles. Frente a los recursos, hace hincapié en las rutinas que se desarrollan por parte del maestro en el aula y cómo influyen a la hora de cumplir los objetivos en la clase.

Los objetivos son la meta dentro de una actividad específica y, en el caso de la resolución de problemas, cada objetivo que se traza genera subtemas, hasta el nivel de acciones muy detalladas que permitan solucionar el problema. Las orientaciones abarcan varios ámbitos como la disposición, creencias, valores, gustos y preferencias de cómo las personas ven las cosas e influyen en lo que perciben en diversas situaciones, y cómo enmarcar esas situaciones por sí mismos.

En torno a la resolución de problemas matemáticos en la escuela, ZAYYADI *et al.* (2019) utilizan cinco componentes para la resolución de problemas matemáticos a partir del modelo IDEAL (*identify, define, explore, act, look back* [identificar, definir, explorar, actuar y mirar hacia atrás]), propuesto por BRANSFORD, STEIN (1993). El componente de *identificar* consiste en comprender los problemas en general y dividirlos en varias partes; *definir* los objetivos es

establecer las metas que se quiere alcanzar; *explorar* las posibilidades y estrategias consiste en buscar varias soluciones alternativas a los problemas; *actuar* conforme aun plan consiste en elegir una solución y resolver el problema según la estrategia planteada; y *mirar hacia atrás* es ver la correspondencia entre los objetivos a alcanzar, los resultados obtenidos y aprender de las estrategias utilizadas.

c. La gamificación

Una herramienta poderosa para motivar a los estudiantes en las clases es el juego. Según GROOS (1902), este cumple un papel fundamental en el desarrollo del pensamiento y de la actividad humana, que sirve de preparación para la vida adulta y la supervivencia. Actualmente el concepto de *juego* con relación al proceso de enseñanza/aprendizaje se ha cambiado por *ludificación* o una expresión tomada del inglés: *gamificación*. TOMISLAV, IVICA, HYO (2018) la definen como “el uso de la mecánica basada en el juego, la estética y el pensamiento del juego para involucrar a las personas, motivar la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas” (p. 445).

En la ludificación se pueden presentar cuatro elementos acordes con la intención con la que sean diseñadas las actividades para el aprendizaje de los estudiantes: i) lecciones sin ludificar que son actividades para que los estudiantes las realicen en un tiempo determinado; ii) condición competitiva, para lo cual se les plantean problemas en la clase de matemáticas a los estudiantes para que las puedan realizar en un tiempo determinado; iii) condición adaptativa, en la que se introducen formas narrativas en las actividades, y iv) juegos personalizados, en los que puede calcularse el tiempo que emplea cada estudiante en la solución del problema.

De acuerdo con DETERDING *et al.* (2011), la gamificación es el uso de elementos diseñados para un juego en contextos no jugables. También definen los cuatro pilares de un juego: i) los objetivos, que se les expondrán a los jugadores; ii) las reglas que se definan para alcanzar los objetivos; iii), un sistema

de retroalimentación, y iv) el libre albedrío en la aceptación de la participación del juego.

d. La inclusión educativa a través del uso de la gamificación en el aula

La inclusión de todos los estudiantes en el aula de clase implica que en sus roles deben ser activos y no pasivos, como se da generalmente en las aulas de clase. Luego, el docente debe buscar estrategias metodológicas que les permitan a todos los estudiantes trabajar de forma activa y colaborativa con sus pares; además, debe aumentar en ellos la motivación y participación.

La gamificación, como “una estrategia de aprendizaje activo, permite mejorar el compromiso de los estudiantes, para resolver problemas y mejorar su aprendizaje” (SOUSA *et al.*, 2022 p. 56).

En ese sentido, puede ser una herramienta poderosa que permita desarrollar la inclusión educativa, y que el estudiante sea una persona activa, reconocida por sus pares y con las mismas oportunidades de sus compañeros de clase. Para ello, AINSCOW, BOOTH, DYSON (2006) expresan que la inclusión educativa debe estar apoyada en la presencia, participación y progreso de cada estudiante.

La presencia busca asegurar que todos los estudiantes asistan y elaboren las actividades de aprendizaje planteadas en la clase. La participación a la posibilidad de que todos los estudiantes formen parte de las actividades propuestas, de acuerdo con sus necesidades y capacidades. El progreso se entiende como el seguimiento que se hace al estudiante al avanzar en su proceso formativo, gracias al desarrollo de las actividades que apunten a la consecución de objetivos de cada asignatura.

Para CORTIZO *et al.* (2011), las actividades basadas en la gamificación están diseñadas para incentivar a las personas a participar y alcanzar una serie de retos de aprendizaje que, una vez desarrollados, dan una recompensa inmediata (puntos, vidas, etc.), según el nivel de complejidad del reto realizado. Algunos de los beneficios que tiene la gamificación en el contexto educativo, según ARETIO (2016),

CORTIZO *et al.* (2011) y OLIVA (2016), son: estimulación del esfuerzo realizado, aumento del interés y la motivación por la materia, retroalimentación inmediata de los errores o fallas, fomento del trabajo del docente en el aula, más control del trabajo desarrollado por el estudiante, logro de los objetivos propuestos en el plan de estudios, inclusión de todos los estudiantes en el contexto de la clase.

3. Metodología

Esta investigación es de tipo cualitativo cuyo propósito, como mencionan HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA (2014), “es examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados” (p. 358). Como enfoque, se realizó un estudio de caso, donde CHETTY (1996) explica que es una metodología rigurosa, ya que permite investigar fenómenos en los que se busca dar respuesta a cómo y por qué ocurren, y profundizar en temas donde las teorías existentes son inadecuadas o escasas.

Para el desarrollo de este trabajo se empleó la metodología de la investigación basada en el diseño (IBD), donde algunos autores como BELL (2004), establecen que la IBD “se centra, en el diseño y exploración de todo tipo de innovaciones educativas, a nivel didáctico y organizativo, considerando también posibles artefactos como núcleos de esas innovaciones, y contribuyendo, consecuentemente, a una mejor comprensión de la naturaleza y condiciones del aprendizaje”. (p. 67)

Esto con el fin de tener evaluar y mejorar cada una de las implementaciones, de acuerdo con los resultados y el uso de estrategias de gamificación en las clases de matemáticas, para determinar los elementos de inclusión que pueden emplearse.

a. Población

Esta investigación se llevó a cabo en una institución educativa distrital (IED) ubicada en la ciudad de Bogotá, con estudiantes de ciclo V correspondiente a los grados décimo y undécimo de la jornada mañana. Se contó con el consentimiento informado por parte de los padres de familia, por ser los estudiantes menores de edad, y se seleccionó una muestra de cinco casos, dos estudiantes diagnosticados con DC, dos con discapacidad física y uno que no estaba diagnosticado, por el aula de apoyo y no estaba reportado en el Simat, pero presentaba dificultades de aprendizaje y bajo rendimiento académico.

Los estudiantes serán identificados como Emma, Lía, Luis, Molly y Pablo, para proteger sus identidades. En tabla 1 se exponen algunos detalles de cada uno de los estudiantes.

Tabla 1. Cuadro resumen de los casos analizados.

Estudiante	Edad	Tipo de discapacidad
Emma	17 años	Discapacidad cognitiva leve, CI está en 59/70
Lia	18 años	Discapacidad cognitiva leve, CI está en 66/70
Luis	16 años	Síndrome de Golden Had
Pablo	16 años	No diagnosticado
Molly	17 años	Estrabismo divergente no tratado

Fuente: elaboración propia.



Figura 1. Vista del login del AVA y home público.

Fuente: elaboración propia.

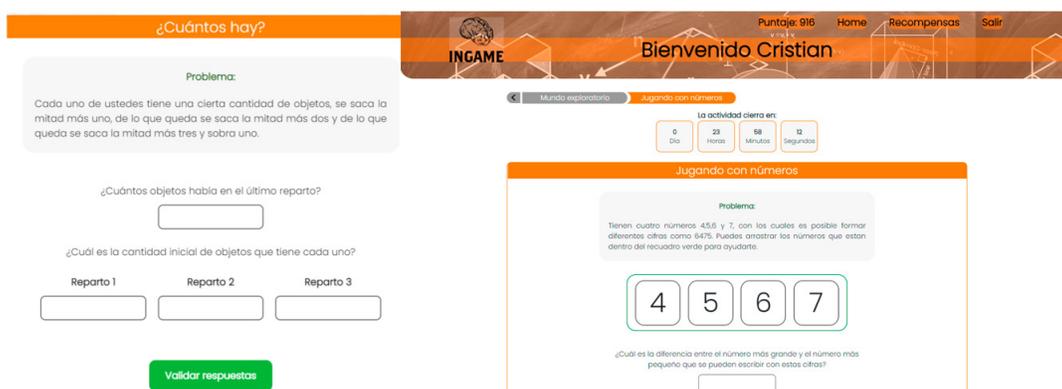


Figura 2. Vista del reto 2 “¿Cuántos hay?” y reto 3 “Jugando con números”.
Fuente: elaboración propia.

b. AVA

El recurso que se elaboró fue un ambiente virtual de aprendizaje AVA, en Java y html5, con el fin de recrear el juego *Recorriendo Mundos Matemáticos*, que consta de cinco mundos, el primero de ellos denominado “Explorando”. Su objetivo es identificar los conocimientos previos que tienen los estudiantes en torno a la solución de problemas matemáticos. Las actividades que se plasmaron están basadas en la solución de problemas matemáticos, y se tuvieron en cuenta elementos de gamificación y dinámicas del juego, para que los estudiantes interactuarán y validarán sus soluciones en la plataforma. En la figura 1 se muestra la interfaz principal del AVA con los mundos y algunos de los retos plasmados de “Explorando”.

En la figura 1 se observan las características del AVA, el inicio para ingresar a la plataforma donde el estudiante registra su usuario y contraseña, una vez ingresa tiene la vista de los mundos, junto con su barra de progreso, donde puede observarse el porcentaje de avance de cada mundo, a medida que va resolviendo los retos.

En la figura 2 se observa la estructura de dos de los retos plasmados en “Explorando”, donde el estudiante tiene la posibilidad de interactuar con las fichas para obtener las cantidades requeridas, responder cada una de las preguntas que trae cada reto, y la

plataforma valida si la solución dada por el estudiante es correcta o no. También cada actividad cuenta con un temporizador donde el estudiante puede visualizar cuánto tiempo está disponible el reto para su solución en la plataforma.

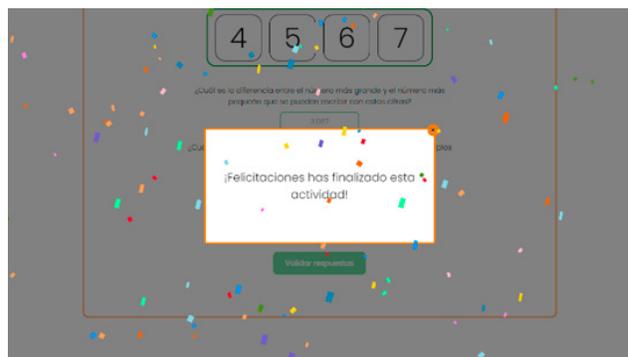


Figura 3. Vista de felicitación, una vez se ha completado el reto correctamente.

Fuente: elaboración propia.

La figura 4 corresponde a la interfaz de las recompensas del primer mundo, obtenidas por los estudiantes; una vez completado cada uno de los mundos, se le brinda un título alusivo al mundo completado, acompañado de una pequeña reseña histórica sobre el personaje de la tarjeta de recompensa y sus aportes a la matemática. Trabajaron en equipos de tres estudiantes, sin importar el tipo de discapacidad o características que tuvieran, con el fin de que todos tuviesen las mismas oportunidades educativas, las ayudas, orientaciones específicas

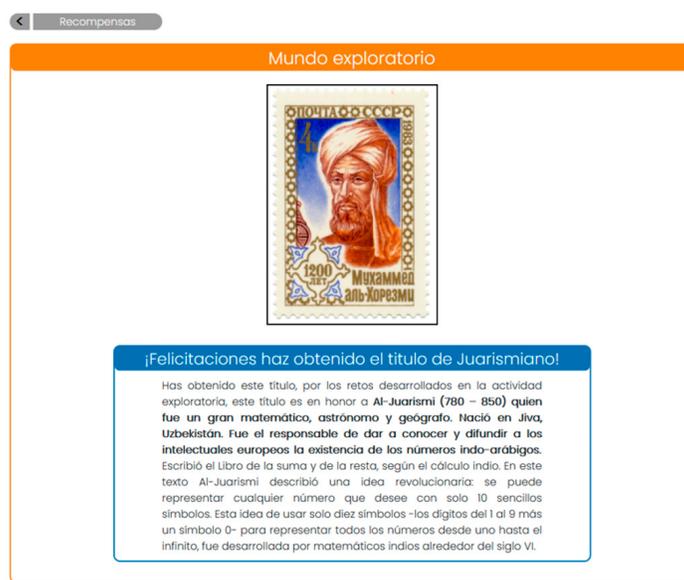


Figura 4. Vista de la recompensa obtenida del mundo “Explorando”.

Fuente: elaboración propia.

para su desarrollo y ver en cada grupo los roles que asumen los estudiantes y aportan a la construcción de la solución de cada reto.

En la tabla 2, se detallan los retos propuestos en “Explorando”, junto con los resultados de aprendizaje que se desarrollaron en este mundo.

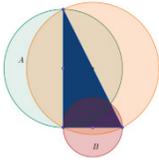
c. Instrumentos de análisis de información

Para analizar la información es importante recordar que el objetivo de este primer mundo es identificar qué conocimientos tienen los estudiantes de ciclo V sobre la solución de problemas en matemáticas y las estrategias que emplean para su solución. Cada reto tiene un nombre y propone un resultado de aprendizaje que permite evidenciar y evaluar el trabajo desarrollado por el estudiante a la hora de solucionar problemas. Estos últimos consisten en una serie de preguntas que les permiten a los estudiantes explorar, desarrollar y llegar a la solución de cada reto, alcanzar los puntos y avanzar en el desarrollo del mundo.

Para analizar los resultados de aprendizaje, se elaboró una rúbrica de evaluación usando referencia el modelo IDEAL, para determinar qué etapas

emplean los estudiantes en la solución de problemas matemáticos, con unos indicadores de desempeño donde cero (0) indica que no fue desarrollado por el estudiante y uno (1) que fue desarrollada en su totalidad la etapa en la solución del reto por el estudiante, tomando en cuenta el trabajo del estudiante. A la hora de verificar las soluciones dadas por los estudiantes, ellos deben justificar y validar los resultados en cada reto, para obtener los puntos necesarios y continuar con el recorrido del mundo, y se realiza un análisis del discurso propuesto por SFARD (2008), teniendo en cuenta las heurísticas y recursos como lo establece SCHOENFELD (2011) que se adaptó al trabajo desarrollado por los estudiantes en clase. Los elementos para analizar son uso del lenguaje matemático (UL), recursos de apoyo (RA), justificación matemática (JM) y soluciones creativas (SC). Para cada uno de estos se establecieron tres ponderaciones para determinar en qué grado usan los estudiantes estos elementos del discurso, donde 3 indica si utiliza correctamente el elemento del discurso en la solución del problema; 2, si se evidencian elementos del discurso en la solución del problema, y 1, si no se evidencia ningún elemento que se está evaluando en la solución del reto.

Tabla 2. Retos del mundo “Explorando” y resultados de aprendizaje propuestos.

Retos matemáticos	Vista	Resultado de aprendizaje
Recorriendo caminos		ER1: Hace uso de las técnicas de conteo, encuentra el número de caminos que se pueden recorrer de un extremo a otro en una cuadrícula de 3x3.
¿Cuántos hay?		ER2: Plantea y soluciona ecuaciones de primer grado para encontrar el número de objetos que hay en cada reparto, de acuerdo con la información suministrada en el problema.
Jugando con números		ER3: Aplica los conceptos <i>múltiplos</i> , <i>divisores</i> y los <i>criterios de divisibilidad</i> para la solución de problemas matemáticos.
Las lúnulas		ER4: Elabora construcciones con regla y compás de figuras planas, y aplica el concepto de <i>área</i> para hallar el área de lúnulas formadas entre regiones circulares.
Sumando 15		ER5: Desarrolla cálculos mentales y emplea estrategias ganadoras para obtener 15 en la suma de tres números naturales.
Cuadrado de monedas		ER6: Identifica qué estrategias utilizan los estudiantes para solucionar problemas relacionados con juegos de estrategia y cómo justifican sus procedimientos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación de las etapas seguidas en la solución de problemas con base al modelo IDEAL.

Etapas de la solución de problemas		Indicador	Descriptor del indicador
Solución de problemas (modelo IDEAL)	I	1 0	Identifica la información suministrada en el problema.
	D	1 0	Define las metas que debe alcanzar.
	E	1 0	Explora una o varias soluciones alternativas al problema.
	A	1 0	Alcanza una solución del problema y lo resuelve, de acuerdo con la estrategia elegida.
	L	1 0	Logra la solución del problema y comprueba los resultados obtenidos.

Fuente: elaboración propia, adaptada por la autora de la investigación desarrollada por ZAYYADI *et al.* (2019).

Estos indicadores se tuvieron en cuenta en el desarrollo de las clases, y en la revisión de las actividades ejecutadas por los estudiantes, observaciones de los videos y grabaciones de audio, con el fin de establecer cómo es el proceso de solución problemas matemáticos y hacer los ajustes razonables en las actividades que se desarrollaron en la propuesta didáctica. En la tabla 4 se relacionan los indicadores, y descriptores analizados en el discurso matemático empleado por los estudiantes.

4. Resultados

A continuación, se muestra una rúbrica de evaluación del trabajo matemático desarrollado por un estudiante, en el reto ER1 (sobre conteo), para mostrar

cómo se analizó, primero, cada solución propuesta, de acuerdo con el modelo IDEAL, en la resolución de problemas; y, segundo, los elementos del discurso matemático que el alumno empleó en la justificación y validación de su respuesta, según las observaciones en clase.

Reto 1

Se tiene un cuadro de nueve cuadros, como se muestra en la tabla 5, y se ubican dos puntos cada uno en una esquina opuesta. Para desplazarse desde el punto A al punto B solo es posible hacerlo por los bordes de la cuadrícula o por el retículo, moviéndose hacia la derecha y hacia abajo. Estas son las instrucciones del reto:

Tabla 4. Rúbrica de evaluación del discurso matemático desarrollado por los estudiantes en la justificación de la solución dada en el problema.

Elemento	Indicador	Descriptores del indicador	
Elementos empleados en el discurso matemático	Uso del lenguaje matemático (UL)	3	Utiliza el lenguaje matemático para justificar o refutar la interpretación dada en la solución del problema
		2	Emplea algunos elementos del lenguaje matemático que justifican o refutan la interpretación dada en la solución del problema
		1	No se evidencia el uso del lenguaje matemático que justifique o refute la interpretación dada en la solución del problema.
	Recursos de apoyo (RA)	3	Utiliza correctamente objetos como calculadoras, gráficos, imágenes, diagramas, en la interpretación y solución del problema matemático.
		2	Emplea algunos objetos como calculadoras, gráficos, imágenes, diagramas en la interpretación, pero no logra la solución del problema matemático.
		1	No se evidencia el uso de objetos como calculadoras, gráficos, imágenes, diagramas en la interpretación y solución del problema matemático.
	Justificación matemática (JM)	3	Describe y utiliza correctamente elementos matemáticos como axiomas, definiciones y teoremas logrando solucionar el problema.
		2	Emplea algunos elementos matemáticos como axiomas, definiciones y teoremas, pero no logra solucionar el problema.
		1	No se evidencia el uso correcto de elementos matemáticos como axiomas, definiciones, y teoremas a la hora de solucionar el problema.
	Soluciones creativas (SC)	3	Realiza procedimientos para abordar el problema y los usa para predecir o estimar la solución.
		2	Emplea algunos procedimientos para abordar el problema, pero no logra predecir o estimar la solución.
		1	No se evidencia el desarrollo de procedimientos para abordar el problema y no logra predecir o estimar la solución.

Fuente: elaboración propia, adaptada por la autora de la investigación desarrollada por ZAYYADI *et al.* (2019).

- a. Encuentra un camino para llegar del punto A al punto B, sin pasar dos veces por la misma línea.
- b. ¿Puedes encontrar otro camino para llegar de A a B, diferente al primero que encuentre?
- c. ¿Cuántos caminos diferentes hay para ir de A hasta B sin pasar dos veces por la misma línea?
- d. Si se rompe uno de los segmentos y no es posible pasar por ahí, ¿cuántos caminos habría ahora para llegar de A hasta B?

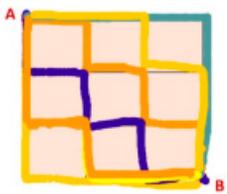
Al observar las soluciones de los cinco estudiantes, ellos no presentan dificultad a la hora de solucionar las dos primeras preguntas, y les sirve de rutina para comprender el problema, desarrollarlo por partes, comprender el objetivo. Su estrategia su solución es contar uno a uno los caminos que se pueden trazar para llegar del extremo A al B. No todos logran solucionar el problema completamente, ya que no visualizan todos los caminos posibles que se piden en los numerales c. y d. del reto. Frente a las etapas del modelo IDEAL, ellos desarrollaron sin dificultad las cuatro primeras etapas, porque encontraron una estrategia para solucionar el problema, pero no

lograron desarrollar la última etapa, que es encontrar la solución correcta del problema y comprobar los resultados obtenidos.

Al analizar la justificación dada en la solución del reto, frente al uso del lenguaje matemático (LM), ellos no identificaron una técnica de conteo y no la aplicaron en la solución. Frente a los recursos de apoyo (RA), todos usaron la cuadrícula y líneas de colores, como herramientas para hallar el número total de caminos, a pesar de que no todos lo resolvieron correctamente.

En cuanto a la justificación matemática (JM), ellos contaron uno a uno los caminos, se aproximaron al número total haciendo los trazos posibles, pero ninguno pudo relacionar una expresión matemática o una técnica de conteo para solucionar el reto. Por último, en la solución creativa (SC), dos de ellos usaron el trazo de caminos uno a uno para hallar la solución del problema, y visualizaron caminos que los otros no percibieron, pero al final solo una estudiante, Any, obtuvo el número total de caminos de manera correcta, mediante una resta entre el total de trazos y los caminos que hay por el sendero que está roto.

Tabla 5. Resultados de la actividad exploratoria ER1 por Pablo.

Evidencia	Justificación	Etapas de solución de problemas				
		I	D	E	A	L
	<p>Docente: ¿Cómo vas? Pablo: A mí me dan 6 líneas... Docente: ¿Encontraste más caminos? Pablo: Entonces, en resumen, la cantidad de líneas que hay es la cantidad de caminos que se pueden recorrer. En este caso son 23.</p>	1	1	1	1	0
Elementos del discurso matemático						
Elementos	Indicador obtenido	Observaciones				
Uso del lenguaje matemático (UL)	1	Realizó la actividad con base a la orientación dada, pero no usa un lenguaje matemático que argumente su desarrollo.				
Recursos de apoyo (RA)	3	Emplea correctamente el gráfico y realiza los trazos correctamente para encontrar la solución del problema.				
Justificación matemática (JM)	2	No identifica técnicas de conteo a la hora de solucionar el problema.				
Soluciones creativas (SC)	2	Usa correctamente las rutinas iniciales para abordar el problema, pero no llega a la solución correcta.				

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados de los estudiantes en “Explorando”, se han analizado los elementos que ellos emplean en el discurso matemático cuando validan y justifican sus respuestas, realizando un promedio por la valoración obtenida por todos los estudiantes para cada elemento. En la figura 4 se muestran los resultados en cada uno de los elementos del discurso analizado:

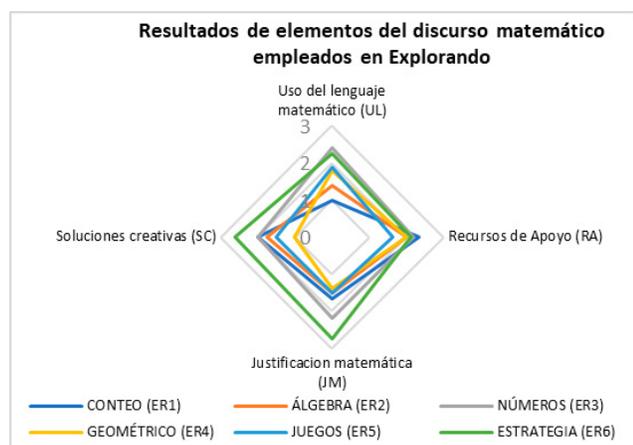


Figura 4. Resultados de los elementos del discurso empleados por los estudiantes en el mundo explorando.
Fuente: elaboración propia.

En general, el elemento del discurso más utilizado por los estudiantes con NEE en la solución de retos matemáticos es el de los recursos de apoyo (RA), donde se apoyan en elementos gráficos, números, signos matemáticos, calculadora e, incluso, sus dedos para llevar cuentas a la hora de solucionar los retos. El menos recurrente fue es el uso de la palabra (UP), porque en algunos casos ellos no relacionaron los conceptos matemáticos a la hora de solucionar el reto.

Con relación a los retos que desarrollaron en este mundo, en el de estrategia (círculo de monedas), los estudiantes tuvieron un mejor desempeño en la solución y en el proceso de argumentación de sus soluciones. Ellos identificaron la estrategia ganadora por medio del conteo de las fichas que quedaban para bloquear a los oponentes y ganar la partida. Fue muy motivante para ellos determinar la estrategia ganadora; ganarles a sus compañeros, y en general la dinámica del juego, mejoró la concentración y la motivación de los estudiantes.

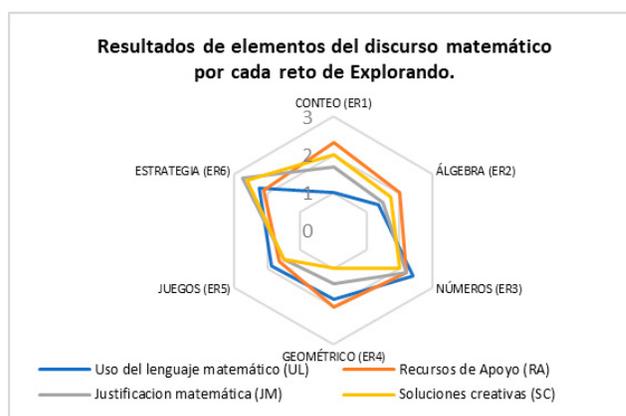


Figura 5. Resultados obtenidos en el mundo “Explorando” por tipo de problemas.
Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, el reto que más generó dificultad para ellos fue el algebraico. Se evidenció dificultad a la hora de plantear y solucionar ecuaciones lineales o expresiones algebraicas para solucionar el problema. Ellos usaron cantidades concretas, y por ensayo y error trataron de buscar la solución del reto, pero en la mayoría de los casos no obtuvieron las cantidades pedidas, lo cual evidencia que no realizan una justificación matemática correcta de cómo procedieron en el reto. La figura 6 muestra los resultados de cada estudiante en la solución de cada reto, de acuerdo con los resultados de aprendizaje que se muestran en la tabla 2.

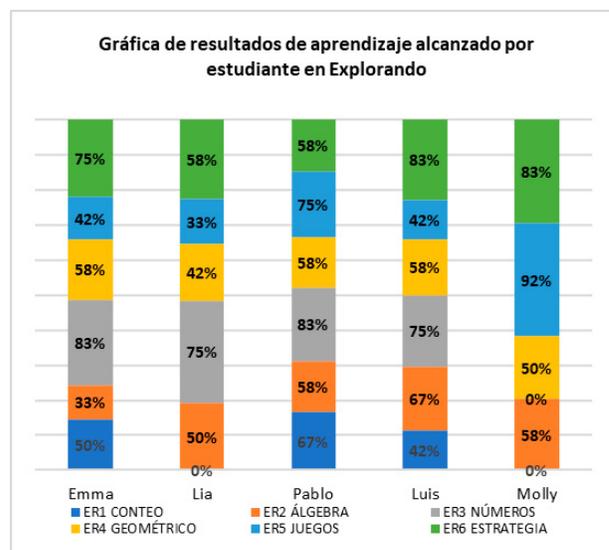


Figura 6. Resultados de aprendizaje alcanzado por estudiante en Explorando.
Fuente: elaboración propia.

En torno a los resultados de aprendizaje propuestos, los estudiantes tuvieron un mejor desempeño en el reto de los números (ER3), donde obtuvieron desempeños superiores al 75 %; seguido del círculo de monedas (ER6), con un desempeño mayor al 50 %; en el reto algebraico (ER2), sus desempeños fueron bajos, con un nivel inferior al 67 %.

5. Conclusiones

El uso de la gamificación en el proceso enseñanza/aprendizaje de las matemáticas logra incrementar la motivación intrínseca y de competencia en los estudiantes, ya que ellos tienen más autonomía y sale a flote la creatividad de buscar, plantear y utilizar estrategias que les permitan solucionar el reto de tal manera que reciban los puntos para ganar y aumentar su nivel. También permite crear ambientes de participación que incluyan a los alumnos con NEE, porque facilita el acceso al desarrollo de los retos y pueden trabajar, justificar y validar sus soluciones en la plataforma con sus compañeros de clase.

En las observaciones generales hechas en el desarrollo de este mundo a cada grupo, y con base en los resultados de aprendizaje propuestos en cada reto, se observó que al comparar las justificaciones, el trabajo desarrollado, los desempeños y soluciones de los retos ejecutados por los estudiantes con NEE, ellos sí pueden realizar un trabajo matemático de manera activa, justificando y desarrollando estrategias para solucionarlos.

Una estrategia metodológica para que los estudiantes puedan abordar y solucionar problemas es dividirlos en partes o tareas más pequeñas, por ejemplo, realiza un trazo, encuentra una solución, etc.; esto ayuda a mejorar la comprensión del problema, que puedan abordarlo y desarrollarlo, de tal manera que no se bloqueen en la primera lectura del reto matemático.

En varios retos (1, 2, 5 y 6), el recurso más frecuente en los estudiantes fue el conteo, donde usaban los dedos o contaban mentalmente los pasos para desarrollar las actividades propuestas, y ganarles

a sus compañeros para obtener los puntos que se daban en el juego.

Como elementos para tener en cuenta en el desarrollo de los otros mundos, es necesario profundizar en la solución de problemas numéricos, geométricos, uso de expresiones algebraicas, solución de ecuaciones lineales, y técnicas de conteo; esto permitirá identificar qué habilidades de cada tipo de pensamiento pueden desarrollar los estudiantes y qué herramientas usan con frecuencia para resolver retos matemáticos, con el fin de estudiar y precisar cómo es el proceso de justificación y argumentación a la hora de solucionar problemas y brindar una participación más activa en el aula de clase.

6. Referencias

- AINSCOW, M.; BOOTH, T.; DYSON, A. **Improving schools, developing inclusion**. Routledge. Nueva York: Estados Unidos. 2006.
- ALDANA, E.; LÓPEZ, J. Matemáticas para la diversidad: un estudio histórico, epistemológico, didáctico y cognitivo sobre perímetro y área. **Revista Investigación Desarrollo e Innovación**, Duitama: Colombia, v. 7, n. 1, pp. 77-92. 2016.
- ARETIO, G. El juego y otros principios pedagógicos. Su pervivencia en la educación a distancia y virtual. **RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**, Madrid: España, v. 19, n. 2, pp. 9-23. 2016.
- ARIAS, R.; PRIETO, A. I. Aprendizaje de los números (del 0 al 9) en alumnos con discapacidad intelectual leve. **Revista de Educación Inclusiva**, Pamplona: España v. 8, n. 1, pp. 42-58. 2015.
- ARROYAVE, M.; FREYLE, M. La autodeterminación en adolescentes con discapacidad intelectual INNOVAR. **Revista de Ciencias Administrativas y Sociales**, Bogotá, v. 19, pp. 53-64. 2009.
- BELL, P. On the theoretical breadth of design-based research in education. **Educational Psychologist**, Washington: EE. UU., v. 39, n. 4, pp. 243-253. 2004.
- BOALER J. Designing mathematics classes to promote equity and engagement. **Journal of Mathematical Behavior**, Canadá, v. 41, pp. 172-178). 2016.

- BRANSFORD J.; STEIN B. **The ideal problem solver. A guide for improving thinking, learning and creativity.** W.H. Freeman and Company. Nueva York. 1993.
- CHETTY, S. The case study method for research in small- and medium-sized firms. **International Small Business Journal**, Liverpool: Reino Unido, v. 15, n. 1, pp. 73-85. 1996.
- CORTIZO, J.; CARRERO, F.; MONSALVE, B.; VELASCO, A.; DÍAZ, L. I.; PÉREZ, J. Gamificación y docencia: lo que la universidad tiene que aprender de los videojuegos. In: VIII JORNADAS INTERNACIONALES DE INNOVACIÓN UNIVERSITARIA. RETOS Y OPORTUNIDADES DEL DESARROLLO DE LOS NUEVOS TÍTULOS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. Madrid: Universidad Europea de Madrid. 2011.
- DE GUZMÁN, M. Juegos y matemáticas. **Suma**, Cataluña: España, n. 4, pp. 61-64. 1989.
- DETERDING, S.; DIXON, D.; KAHLED, R.; LENNART, N. From game design elements to gameness: Defining "gamification". In: MINDTREK'11 PROCEEDINGS OF THE 15TH INTERNATIONAL ACADEMIC MINDTREK CONFERENCE: ENVISIONING FUTURE MEDIA ENVIRONMENTS. ACM New York: EE. UU., 2011.
- FERNÁNDEZ, R.; SAHUQUILLO, A. Plan de intervención para enseñar matemáticas a alumnado con discapacidad intelectual. **Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia**, Valladolid: España, v. 4, n. 1, pp. 11-23. 2015.
- GONZÁLEZ, C.; SÁNCHEZ, C. Enseñanza de las matemáticas a estudiantes con diagnóstico de discapacidad intelectual leve. **Poiésis**, Bogotá, n. 37. 2019. <https://doi.org/10.21501/16920945.3331>.
- GÖRANSSON, K.; HELLBLÖM, T.; AXDORPH, E. A conceptual approach to teaching mathematics to students with intellectual disability. **Scandinavian Journal of Educational Research**, Filadelfia: EE. UU., v. 60, n. 2, pp. 182-200. 2016.
- GROOS, K. **Les Jeux des animaux.** Felix Alcan. París: Francia. 1902.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, P. **Metodología de la investigación.** 6.ª ed. McGraw-Hill. México. 2014.
- HOWARD, S.; SAN MARTIN, C.; SALAS, N.; BLANCO, P.; DÍAZ, C. Oportunidades de aprendizaje en matemáticas para estudiantes con discapacidad intelectual. **Revista Colombiana de Educación**, Bogotá, n. 74, pp. 197-219. 2018.
- KEVIN, K.; CHUNG, H.; TAM, Y. Effects of cognitive-based instruction on mathematical problem solving by learners with mild intellectual disabilities. **Journal of Intellectual and Developmental Disability**, Australia, v. 30, n. 4, pp. 207-216. 2005.
- LÓPEZ M. Barreras que impiden la escuela inclusiva y algunas estrategias para construir una escuela sin exclusiones. **Innovación Educativa**, México, n. 21, pp. 37-54. 2011.
- LÓPEZ J. Comprensión de la probabilidad de jóvenes con discapacidad intelectual. **Revista Científica**, v. 33, n.3, pp. 306-315. 2018.
- MEN (MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL). **Fundamentación conceptual para la atención en el servicio educativo a estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE).** Bogotá. 2006.
- MEN. (MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL). **Lineamientos Política de Educación Superior Inclusiva.** (M. d. Nacional, Ed.) pp.1-98. Bogotá. 2013.
- MEN (MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL). **Documento de orientaciones técnicas, administrativas y pedagógicas para la atención educativa a estudiantes con discapacidad en el marco de la educación inclusiva.** Bogotá. 2017.
- OLIVA, A. La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. **Realidad y Reflexión**, v. 16, n. 44, pp. 108-118. 2016.
- ONU (ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS). **Educación para la diversidad. Módulo 4: aulas inclusivas.** Santiago de Chile, Chile. 2004.
- POLYA, G. **Cómo plantear y resolver problemas.** Trillas. México. 1976.
- PRENDERGAST, M.; SPASSIANI, N.; ROCHE, J. Developing a mathematics module for students with intellectual disability in higher education. **International Journal of Higher Education**, Ontario: Canadá, v. 6, n. 3, pp. 166-177. 2017.
- ROSS H. Inclusion in mathematics education: an ideology, a way of teaching, or both? **Educational Studies in Mathematics**, v.100, pp.25-41. 2019.
- SCHOENFELD, A. **Mathematical problem solving.** Academic Press. Orlando, Florida: Estados Unidos. 1985.

- SCHOENFELD, A. **How we think a theory of goal-oriented decision making and its educational applications.** Routledge, Taylor & Francis Group. Nueva York: Estados Unidos. 2011.
- SFARD, A. **Aprendizaje de las matemáticas escolares desde un enfoque comunicacional.** Universidad del Valle. Cali: Colombia. 2008.
- SOUSA, R.; ALVES, F.; AZEVEDO, I. Una propuesta didáctica apoyada por GeoGebra para la enseñanza del principio de Cavalieri. **Números**, Barcelona: España, v. 110, pp. 41-60. 2022.
- TENNANT, G.; FOLEY, C. Inclusive approaches to learning and teaching mathematics. In: HYDE, R.; EDWARDS, J.-A. (eds.), **Mentoring mathematics teachers. Supporting and inspiring pre-service and newly qualified teachers.** Routledge. Londres: Reino Unido. 2014. pp. 77-92.
- TOMISLAV, J.; IVICA, B.; HYO, J. Examining competitive, collaborative, and adaptive gamification in young learners' math learning. **Computers & Education**, Países Bajos, v. 125, pp. 444-457. 2018.
- UNESCO. **Declaración de Salamanca y marco de acción para las necesidades educativas especiales.** Salamanca: España. 1994.
- UNESCO. **La educación inclusiva: el camino hacia el futuro.** CONFERENCIA INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN. CUADRAGÉSIMA OCTAVA REUNIÓN. 2008.
- UNESCO. **Inclusión y educación: Todos sin excepción.** París, Francia. 2020
- ZAYYADI, M.; NUSANTARA, T.; SUBANJI, S.; HIDAYANTO, E.; SULANDRA, I. A commognitive framework: The process of solving mathematical problems of middle school students. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, Mauricio: República de Mauricio, v. 18, n. 2, pp. 89-102. 2019.





ENSINO DE FÍSICA E DEFICIÊNCIA VISUAL: FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES PARA UMA SOCIEDADE INCLUSIVA

TEACHING PHYSICS AND VISUAL IMPAIRMENT: INITIAL TRAINING OF TEACHERS FOR AN INCLUSIVE SOCIETY

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y DEFICIENCIA VISUAL: FORMACIÓN INICIAL DEL DOCENTE PARA UNA SOCIEDAD INCLUSIVA

Maria da Conceição de Almeida Barbosa Lima^{✉*}, Giselle Faur de Castro Catarino^{✉}**

Cómo citar este artículo: Barbosa Lima, M.C.A. y Catarino, G.F.C. (2023). Ensino de física e deficiência visual: formação inicial de professores para uma sociedade inclusiva. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 512-526.

DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20681>

Resumo

Este artigo apresenta uma pesquisa desenvolvida a partir de um minicurso de Ensino de Física e Inclusão Social oferecido na Semana da Física realizada em uma Universidade pública do Rio de Janeiro. A pesquisa teve por objetivo investigar as concepções dos participantes sobre o tema inclusão e sua relação com o ensino de Física para deficientes visuais em aulas regulares. O minicurso apresentou princípios básicos da Inclusão Social, em especial da Deficiência Visual, e contou com a construção de experimentos adaptados ao público em questão. Os participantes, licenciandos e bacharelandos do curso de Física, foram convidados a responder um questionário cujas respostas foram analisadas segundo o referencial bakhtiniano da Análise do Discurso. Como resultados, obtivemos respostas que ratificam a existência de ideias pré-concebidas em relação ao tema, como a compensação fisiológica. Outro resultado obtido foi a percepção de que nossos estudantes têm um baixo interesse pela história da física. Em contrapartida, houve resultados que demonstraram ideias de inclusão, integração e exclusão bem sedimentadas.

Palavras chave: Ensino de Física. Inclusão Social. Deficiência Visual. Minicurso. Universidade.

* Doutora em Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil, mcablina@uol.com.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1290-0060>.

** Doutora em Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, PPCTE-CEFET/RJ, Brasil, gisellefaur@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0490-140X>.

Abstract

This article presents research developed from a Physics Teaching and Social Inclusion mini-course offered during Physics Week held at a public University in Rio de Janeiro. The research aimed to investigate the participants' conceptions on the topic of inclusion and its relationship with teaching Physics to the visually impaired in regular classes. The mini course presented basic principles of Social Inclusion, especially Visual Impairment, and included the construction of experiments adapted to the target audience. The participants, undergraduate and bachelor's students of the Physics course, were invited to answer a questionnaire whose answers were analyzed according to the Bakhtinian framework of Discourse Analysis. As a result, we obtained responses that confirm the existence of pre-conceived ideas regarding the topic, such as physiological compensation. Another result obtained was the perception that our students have a low interest in the history of physics. On the other hand, there were results that demonstrated well-established ideas of inclusion, integration and exclusion.

Keywords: Physics Teaching. Social inclusion. Visual impairment. minicourse. University.

Resumen

Este artículo presenta una investigación desarrollada a partir de un minicurso de Enseñanza de la Física e Inclusión Social, ofrecido durante la Semana de Física realizada en una universidad pública de Río de Janeiro. La investigación tuvo como objetivo investigar las concepciones de los participantes sobre la inclusión y su relación con la Enseñanza de Física a personas con discapacidad visual en clases regulares. El minicurso presentó principios sobre *inclusión social*, especialmente de *discapacidad visual*, e incluyó la construcción de experimentos adaptados al público objetivo. Los participantes, estudiantes de pregrado y licenciatura del curso de Física, fueron invitados a responder un cuestionario cuyas respuestas fueron analizadas según el marco bajtiniano de *análisis del discurso*. Como resultado, se obtuvieron respuestas que confirman la existencia de ideas preconcebidas al respecto, como la compensación fisiológica. Otro resultado fue la percepción de que los estudiantes tienen un bajo interés por la historia de la Física. Por otro lado, hubo resultados que demostraron ideas bien establecidas de inclusión, integración y exclusión.

Palabras clave: Enseñanza de la Física, inclusión social, discapacidad visual, minicurso, universidad.

1. Introdução

Muito se debate sobre a necessidade das vivências e desenvolvimento de atividades ligadas à formação docente no âmbito da formação inicial. O PIBID e a Residência Pedagógica são exemplos de políticas e ações que valorizam a construção da identidade docente para além das disciplinas de Estágios Curriculares. Da mesma maneira, temas e pesquisas voltadas para a formação dos licenciandos e licenciandas precisam ultrapassar os muros da universidade, alcançando espaços de troca e consolidação de conhecimentos já estudados ou aprendizagens de novos conteúdos.

Entendemos que o desenvolvimento de espaços de diálogos, em aulas e em eventos na universidade, são fundamentais para estimular o contato com temas transversais e diversos e o compartilhamento de os atuais resultados de pesquisas, concluídas e em andamento. Além disso, é especialmente importante quando os estudantes organizam e implementam tais eventos, tornando-se protagonistas no processo de divulgação e compartilhamento de conhecimento.

Durante a semana de 22 a 26 de agosto foi realizada, pelo Centro Acadêmico Jose Leite Lopes do Instituto de Física Armando Dias Tavares da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, a XXI Semana da Física. A Semana, sempre organizada pelos alunos, se repete todos os anos, a menos, naturalmente, os dois anos em que a pandemia da Covid-19 estava bastante intensa no país e a Universidade ficou funcionando apenas em modo virtual.

A XXI Semana ofereceu aos alunos e professores do Instituto uma programação bastante diversificada, atendendo as duas habilitações: Bacharelado e Licenciatura. É conveniente ressaltar que esta Semana foi, dentre a maioria das já realizadas, a que mais se preocupou em oferecer atividades específicas também para a Licenciatura, isso porque houve algumas ocasiões em que apenas o Bacharelado era contemplado com palestras, mesas redondas e minicursos.

Vejamos o programa da Semana:

Tabela 1. Atividades da XXI Semana da Física.

Minicursos	
✓	Gravitação, Astrofísica e Cosmologia,
	✓ Espectroscopia Óptica
	✓ Oficina de Inclusão
	✓ Física de Altas Energias
Palestras	
	✓ Saúde Mental no Ambiente Educacional
✓	Aplicação da Física Moderna no Ensino Médio
	✓ Física Divertida
✓	Clube de Ciências, Auto Expressão e o que você está fazendo aí que não está se divertindo ensinando Física?
✓	Reflexões sobre a Física na BNCC a Partir do Currículo
✓	Física dos esportes: uma abordagem interdisciplinar
✓	A Teoria Histórico-Cultural e a Abordagem de Temas
	✓ Física Nuclear Aplicada às Ciências Biológicas
Astrobiologia: do Big Bang aos Programas da NASA e SPACEX	
Mesa Redonda	
✓	Como a Universidade Contribui incentivando meninas do Ensino Médio e Fundamental a seguirem carreira
Relato	
✓	Minha trajetória e minhas pesquisas

Atividades da XXI Semana da Física. **Fonte:** Autoras.

Em negrito estão as atividades mais dirigidas à Licenciatura.

Na maioria das Semanas que já foram realizadas, a presença das alunas era sempre notada nas comissões de organização, mas nesta, especificamente, elas se mostraram bastante atuantes e estavam em um número expressivo de participantes na Comissão. Ressaltamos esse fato trazendo para reflexão a importância da representatividade das mulheres na Ciência, em especial na física, área tradicionalmente produzida por homens.

Trazendo CONCEIÇÃO, TEIXEIRA (2020), com seu estudo sobre a produção científica sobre as mulheres na ciência brasileira vemos que, apesar de haver ainda um predomínio masculino na Ciência:

Ficou evidente a existência de um grande número de mulheres engajadas nas atividades científicas nacionais. O nítido avanço desse contingente de pesquisadoras na direção da busca por maior qualificação profissional aponta para um reconhecimento da participação feminina na criação da ciência. No contexto atual, a visibilidade dessas mulheres e das

suas competências e habilidades serve para a quebra de preconceito, o que leva a acreditar que muitas meninas e jovens de hoje, ao internalizarem informações relacionadas ao que é ciência, o que vem a ser cientista, qual seu papel na sociedade e quais suas contribuições para a melhoria da humanidade, possivelmente sentir-se-ão motivadas para serem as cientistas do amanhã. (CONCEIÇÃO, TEIXEIRA, 2020 p. 296)

Neste trabalho, vamos nos debruçar sobre o minicurso denominado OFICINA DE INCLUSÃO, realizado no evento, que foi ministrado pelas autoras e que teve duração de uma hora e meia durante quatro dias, perfazendo um total de 6 (seis) horas de atividades presenciais.

Nosso objetivo principal foi o de investigar as concepções dos participantes sobre o tema inclusão e sua relação com o ensino de Física para deficientes visuais em aulas regulares. Assim, a pergunta de pesquisa pode ser então apresentada: Quais as concepções dos universitários participantes do minicurso Oficina de Inclusão sobre a efetiva inclusão de alunos deficientes visuais em salas de aula regulares de Física?

Analisamos aqui as atividades desenvolvidas na oficina tendo em vista a importância do tema e a necessidade de levá-lo a estudantes de licenciatura e de bacharelado. Vale ressaltar que a maior parte dos alunos formados pelo bacharelado se tornará professor universitário e poderá encontrar em suas turmas situações semelhantes às apresentadas e estudadas na oficina.

2. Formação Inicial e Inclusão

Muitos são os temas indispensáveis à formação dos futuros professores de Física, como: os conteúdos mínimos necessários à compreensão da Ciência e de sua Natureza; a importância da pedagogização desses conteúdos; Ciência como dimensão fundamental para justiça social; inserção da História e Filosofia da Ciência no currículo escolar; Física e Direitos Humanos; entre outros.

Não menos importante do que todos os temas listados acima, a Inclusão de pessoas com deficiência, entre elas a visual, se coloca também como fundamental para a formação de professores pesquisadores inclusivistas que almejem a transformação social pela Educação.

CAMARGO, NARDI (2007) já questionavam, há 15 anos, como realizar a inclusão de alunos com deficiências no ensino regular sem uma formação adequada dos professores que irão recebê-los. Nesse sentido, segundo a Declaração de Salamanca (BRASIL, 1994):

Treinamento especializado em educação especial que leve às qualificações profissionais deveria normalmente ser integrado com ou precedido de treinamento e experiência como uma forma regular de educação de professores para que a complementaridade e a mobilidade sejam asseguradas.

Entretanto, a formação inicial de professores de Física permanece frágil para atender esse novo público que vem chegando cada dia em todos os níveis de ensino regulares. Logo, se faz necessária uma nova formação que permita aos futuros professores uma efetiva inclusão de seus alunos com deficiência visual em sua sala de aula.

Além disso, resultados de pesquisas apontam que promover um ensino de Física equitativo para alunos videntes e não videntes melhora a aprendizagem de todos (TATO, 2016; CAMARGO, 2012).

Outro aspecto fundamental para pensarmos a formação inicial e a futura prática docente dos licenciandos e licenciandas é diferenciar, com segurança, as abordagens da inclusão, da integração e da exclusão. Certamente, a exclusão é a mais óbvia e se refere a deixar os alunos e seus pares em escolar especiais e exclusivas para seu atendimento, tendo em vista a deficiência que apresentam. A integração talvez seja a mais vil posto que coloca os deficientes visuais em salas de aulas regulares, mas os posicionam como se fossem sujeitos isolados no espaço escolar que se diz inclusivo, excluindo-os dentro da própria sala de aula. Por fim, a efetiva inclusão

é aquela em que o aluno é recepcionado, posto em contato com os demais alunos, recebe o material organizado e adequado à sua deficiência para que ele tenha uma aprendizagem equânime, ou seja, a mesma aprendizagem a que os outros têm. Trazemos BLANCO (2010) para aprofundar o debate sobre as diferenças entre a educação inclusiva e integradora:

O foco da inclusão é mais amplo que o da integração, já que enquanto a finalidade desta é assegurar o direito das pessoas com necessidades educativas especiais, ou outros grupos tradicionalmente excluídos, a educar-se em escolas comuns, a inclusão aspira oferecer uma educação de qualidade para todos, ampliando o foco a partir de alguns grupos a todos os estudantes. Isto significa que a inclusão tem um eixo central das políticas educativas e uma responsabilidade do sistema educativo em conjunto. (BLANCO, 2010 p. 88)

Assim, ser professor ou professora de Física inclusivista vai além de saber o que se deve ensinar e como se deve ensinar. Não basta saber apenas o conteúdo e a pedagogia, é preciso saber compreender a Educação Especial no ensino de Física e aprender com situações específicas da efetiva inclusão.

Coerente com todas as preocupações levantadas anteriormente, nosso Instituto criou a disciplina Ensino de Física e Inclusão Social (BARBOSA-LIMA, MACHADO, 2011; 2012; BARBOSA-LIMA, CASTRO, 2012), buscando a formação de professores de Física com um repertório amplo, incluindo saberes dos conteúdos e da pedagogia e potencializando soluções para lidarem com as situações específicas da Educação Especial aplicada ao ensino de Física. Assim, reconstruindo a imagem da docência, entendemos que não basta aliar os conteúdos aprendidos no Instituto de Física ao que é ensinado na Faculdade de Educação, mas é necessário que novos saberes, saberes específicos para um público especial, sejam acrescentados à formação.

A disciplina está organizada da seguinte maneira: parte teórica com discussões de textos, os mais atuais possíveis sobre o assunto; e parte prática com

construções de aparatos experimentais adaptados para alunos deficientes visuais.

Esperávamos, com essa disciplina, que os futuros professores de Física se tornassem professores inclusivistas, sabendo como dirigir-se a um aluno deficiente visual, tendo consciência que o melhor informante sobre suas necessidades seria o próprio aluno e trabalhasse colaborativamente com o educador especial. Além disso, o professor deveria respeitar as diferenças, aprendendo a não ter preconceitos e a de fato auxiliar a inclusão dos alunos deficientes visuais em sua sala de aula. Mas, de acordo com Barbosa-Lima & Machado (2011), o ensino de física para alunos com deficiência visual não é relevante do ponto de vista sociocultural para os licenciandos analisados, ou seja, não se apresenta como uma representação social, não faz parte do senso comum. (ALVES, BARBOSA LIMA, CATARINO, 2017)

A disciplina tem feito, então, parte da formação, como disciplina eletiva do curso, dos licenciandos e licenciandas. Como resultados dos impactos gerados por ela no Instituto, o tema tem feito parte dos eventos principais, como palestra com o título Inclusão em um Colóquio realizado em 26 de julho de 2022 e o minicurso convidado na XXI Semana da Física. Vamos agora apresentar o Minicurso intitulado Oficina de Inclusão aplicado no evento.

3. Oficina de Inclusão

Esta oficina, que teve 6 horas de apresentação divididas em quatro tardes, foi oferecida a todos os alunos interessados independente de seus cursos, licenciatura ou bacharelado, o que nos pareceu muito positivo tendo em vista que nossos estudantes tendem a obter as duas habilitações e que todos são, potencialmente, futuros professores em diferentes níveis de ensino.

Conforme apresentamos anteriormente, no curso da licenciatura do Instituto de Física em questão, há uma disciplina eletiva denominada Ensino de Física e Inclusão Social, que introduz os licenciandos no

estudo da inclusão de alunos com deficiência visual em escolas regulares. Esta disciplina é oferecida todos os semestres.

A Oficina teve, em média, participação de treze alunos, entretanto nem sempre pudemos contar com os mesmos 13 alunos em sala.

Dividimos os seguintes assuntos pelos quatro dias: inclusão; deficiência visual e sua legislação; uma introdução ao método Braille de escrita e leitura com sua história; adaptação de aparatos experimentais; e comportamento diante de alguém com deficiência visual. Nos dois primeiros dias, fizemos os encontros teóricos e aplicamos um questionário para levantamento de concepções sobre o assunto. O questionário anônimo continha cinco perguntas, que serão analisadas no próximo item. No terceiro dia os participantes tiveram a oportunidade de pensar e elaborar um instrumento didático, adaptado para alunos com deficiência visual, que pudesse ser útil também para videntes. No encontro seguinte os participantes elaboraram planejamentos que incluíam os instrumentos construídos, apresentando-os e discutindo novas possibilidades com todos os estudantes. Esse material instrucional foi construído em duplas e/ou trios em nosso laboratório de Oficina de Física e Instrumentação para o Ensino.

4. Metodologia

A presente pesquisa qualitativa envolveu a aplicação de um questionário e análise de suas respostas a partir do desenvolvimento de um Minicurso ofertado em um evento realizado na Universidade. A pesquisa é qualitativa já que envolve o enfoque interpretativo das respostas dos sujeitos. Dessa maneira, nossa postura, diante dos dados, foi a de interpretar e buscar compreender as concepções dos licenciandos e bacharéis sobre o tema. Esperávamos identificar concepções já trazidas pelos sujeitos, além de informações discutidas nas atividades desenvolvidas no minicurso antes da aplicação do questionário. Outro aspecto importante para a pesquisa qualitativa é que entendemos que não há neutralidade nesse processo uma vez que a própria realidade

investigada está carregada de concepções e alcança o seu significado no decorrer da pesquisa.

Tendo em vista o caráter qualitativo da pesquisa e o objetivo de investigar concepções sobre a efetiva inclusão de alunos deficientes visuais em aulas regulares de Física, optamos por seguir a Análise Bakhtiniana do Discurso (BRAIT, 2006). Nesse sentido, “defendemos, apoiados em Bakhtin, que o discurso não é apenas comunicação, mas encontro social que gera reflexão e refração do que somos e do que percebemos da realidade, fisicamente, enquanto corpos físicos, e ideologicamente” (BARBOSA-LIMA, CATARINO, 2022 p. 18).

O questionário aberto, que continha cinco perguntas, foi respondido pelos 13 respondentes, nossos sujeitos, que estavam presentes do dia da sua aplicação. Outra informação importante é que, para o desenvolvimento do minicurso, utilizamos um diário de campo no qual foram incluídas percepções e situações consideradas por nós importantes durante os encontros. O diário de campo não foi utilizado para a pesquisa aqui apresentada, mas não foi descartado na recuperação de situações das atividades desenvolvidas no minicurso que pudessem complementar nossas análises.

Vale ressaltar, inicialmente, que o questionário tinha por objetivo a coleta de dados para a pesquisa e avaliação do minicurso, por conseguinte as respostas não poderiam ter sido utilizadas como apoio para a elaboração de etapas do minicurso e seu desenvolvimento. As respostas foram então analisadas segundo os temas específicos de cada pergunta. Além disso, as respostas foram consideradas enunciados completos, segundo o trabalho de Bakhtin (BAKHTIN, 2011). A seguir, apresentamos as perguntas e as análises das respostas.

a. O questionário

As perguntas do questionário, que deveria ser respondido anonimamente, são as que seguem:

- 1-O que você entende por inclusão?
- 2-Existe diferença entre inclusão, integração e exclusão?

3-O que caracteriza Deficiência Visual?
 4-Você sabe se existe ou existiu na história da Física algum(a) cientista Deficiente Visual?
 5-Leia e analise a tirinha abaixo. Apresente um pequeno texto sobre o que você entendeu da história. (Fig. 1)

Antes de entrarmos na análise das respostas, é interessante conhecermos quem foram os treze estudantes que as responderam. Nomeamos os alunos com a letra A seguida dos números 1 a 13 para diferenciá-los. Os alunos são os que estiveram presentes no dia do curso no qual o questionário foi aplicado. Interessante notar que a maior parte dos alunos se encontra no final do curso de Física, independente da habilitação desejada, sabendo que a grade do curso de Física possui 8 períodos. Os alunos têm média de 24 anos e sete meses, quando excluímos o aluno com 19 anos e o de 31. Um dos aspectos

Tabela 2: Dados dos estudantes que participaram da coleta de dados na Oficina.

	Período do curso	Idade	Licenciatura	Bacharelado
A1	8º	26	X	X
A2	—	25	X	X
A3	4º	19	X	
A4	5º	23	X	X
A5	3º	20	X	
A6	3º	19	X	X
A7	5º	21	X	X
A8	7º	31	X	X
A9	7º	24	X	X
A10	7º	22	X	X
A11	5º	20	X	X
A12	7º	22	X	X
A13	7º	25	X	

Dados dos estudantes.
Fonte: Autoras.



Figura 1. Tirinha – 5ª questão do Questionário.
Fonte: ALVES PORTO (s/a.).

que chama a atenção é o fato de dez alunos estarem pleiteando ambas as habilitações, três somente a licenciatura, dois rapazes e uma moça, o que merece um estudo mais apurado dos motivos desta dupla opção. Incluímos ainda no quadro as informações sobre gênero para trazer um contraponto com a informação apresentada na introdução a respeito da representatividade feminina na comissão organizadora do evento. Nota-se um número muito superior de declarantes do gênero masculino, 10, em relação ao gênero feminino, 3, marcando a preponderância do gênero masculino no Instituto, fato muito comum nas disciplinas.

5. Análise dos dados do questionário

Passando às respostas do questionário, que transcreveremos respeitando o relato dos estudantes, tanto na grafia quanto pontuação e acentuação, temos a primeira delas:

A1 Inclusão é criar um espaço e uma experiência que envolva a todos igualmente.

A2 Inclusão é incluir a pessoa na sociedade, na comunidade a qual ela tem o direito/desejo de pertencer.

A3 Entendo por inclusão quando você inclui a pessoa nas atividades, oferecendo qualidade e acessibilidade a todos, se necessário, fazer adaptações.

A4 Dar a possibilidade de pessoas com deficiência se sentirem confortáveis em determinada atividade. Adaptar situações para que elas estejam no mesmo nível de pessoas sem deficiência. Acolher e ajudar do melhor modo possível.

A5 Inclusão é você, como o nome já diz, incluir alguém na sociedade respeitando as suas diferenças e dando assistência caso necessitem e em algum caso criando leis que ajudam a incluí-las.

A6 É o ato de oferecer a alguém a possibilidade de realizar alguma atividade e/ou participar de algum grupo qualquer.

A7 Inclusão é incluir ou inserir um grupo de pessoas com alguma deficiência em um determinado ambiente por meio de adaptações que auxiliem esse grupo a conseguir interagir nesse ambiente.

A8 Disponibilizar ferramentas que permitem dar acesso a qualquer pessoa independente de sua situação física ou/e intelectual, a toda e qualquer atividade de direito do cidadão como locomoção, educação e cumprimento de deveres.

A9 Quando todos em um mesmo lugar interagem entre si, em uma aula é quando todos os alunos participam independente de suas deficiências.

A10 Inclusão é o ato de incluir, isto é, criar um ambiente/cenário no qual todas as pessoas presentes se sintam protagonistas do acontecimento. Em termos do ensino e educação, um professor inclusivista é aquele que propõe uma aula equânime.

A11 Inclusão é um ato que vai muito mais além do que só receber uma pessoa com alguma necessidade especial ou alguém que se sinta excluído. Inclusão é o ato de fazer com que essa pessoa se sinta parte do assunto ou da experiência vivida, mesmo que para isso, seja necessário fazer adaptações que se adaptem a necessidade daquela pessoa.

A12 Inclusão é fazer com que a pessoa tenha as mesmas oportunidades, por exemplo, garantir que um aluno com deficiência possa aprender e participar da aula como os outros alunos que não possuem a deficiência.

A13 Inclusão significa dar os auxílios necessários para um indivíduo com algum tipo de deficiência ser independente e conseguir viver como uma pessoa sem deficiência. Assim, capacitando-a para uma posição significativa na estrutura da sociedade.

Analisando as respostas da primeira questão percebemos que nossos universitários leem pouco, o que está refletido em suas escritas. Em várias respostas encontramos que ‘inclusão é incluir’, algumas vezes da maneira aqui exemplificada, outras com alguma distância entre as palavras. Raro foi o estudante que falou em equanimidade ou em tornar a pessoa com deficiência capaz de exercer sua cidadania, sendo respeitadas suas diferenças. Alguns, através de seus escritos nos levam a crer que acreditam que a inclusão fará o milagre de acabar com a deficiência do indivíduo, fazendo com que ele aja de acordo com qualquer outra pessoa.

Recorrendo a BAKHTIN (2006), as pessoas refletem e refratam suas realidades. Assim, entendemos que os sujeitos apresentam suas crenças a partir de suas próprias realidades e de suas condições sócio-históricas, permanecendo nos preconceitos construídos socialmente quanto à capacidade intelectual do deficiente visual.

Algumas respostas nos chamam atenção na definição da Inclusão. O aluno A3 indica a necessidade de oferecer qualidade, entretanto não explica exatamente o que isso significa, levando-nos à ideia do significativo vazio e à necessidade de discutir mais profundamente o conceito:

tenho considerado que a noção de qualidade da educação vem funcionando como ponto nodal que organiza os discursos pedagógicos e justifica a necessidade das reformas curriculares. Essa noção, tal como acontece com qualquer ponto nodal, é um significativo vazio que lutas hegemônicas tentam preencher. (MACEDO, 2009 p. 92)

O aluno A10 traz a ideia de protagonização que pode sugerir “pertencimento” e tomada de posição, além de apontar para a necessidade da docência inclusivista a partir de aulas equânimes. O aluno A11 diz: “Inclusão é o ato de fazer com que essa pessoa se sinta parte do assunto ou da experiência vivida”. A ideia de “pertencimento” é fundamental uma vez que o processo de ensino e aprendizagem está diretamente ligado à afetividade. Trazemos Bondía para aprofundar a ideia de “experiência vivida”:

A experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca. A cada dia se passam muitas coisas, porém, ao mesmo tempo, quase nada nos acontece. Dir-se-ia que tudo o que se passa está organizado para que nada nos aconteça. Walter Benjamin, em um texto célebre, já observava a pobreza de experiências que caracteriza o nosso mundo. Nunca se passaram tantas coisas, mas a experiência é cada vez mais rara. (BONDÍA, 2002 p. 21)

A partir dessa citação, enfatizamos a importância de experiências ricas em sala de aula que problematizem o conhecimento com respeito à diversidade e atendimento às diversas dificuldades que todos os alunos apresentam.

Passando para as respostas da segunda pergunta, temos:

A1 Sim. Inclusão você inclui a todos. Integração você só coloca a pessoa com deficiência em sala mas sem apoio. Exclusão você tira a oportunidade do aprendizado.

A2 Sim, existe.

A3 Sim. Inclusão, você inclui a pessoa. Integração, a pessoa participa mas não é incluído. E exclusão, a pessoa não participa, muito menos (...)

A4 Sim. Exclusão é fundamentalmente excluir as pessoas como se ela fosse “anormal”, incapaz. Fazer uma discriminação. Integração seria acolher mas sem incluir. Por exemplo: integrar um cego em uma aula mas sem adaptar a aula a ele. Ele está integrado na aula? Sim. Está incluído? Não.

Inclusão seria justamente fazer umas modificações para que a pessoa possa compreender a aula do mesmo jeito que pessoas sem deficiência.

A5 Sim

A6 Sim. Diferente da inclusão, a integração também visa dar ao indivíduo a sensação completa de pertencimento à atividade, ofertando auxílio de modo que as dificuldades pessoais da pessoa não a impeçam de experimentar a ação de forma satisfatória. Já a exclusão diz respeito a impedir alguém de participar de alguma atividade ou tratá-la de forma inferior em meio à mesma.

A7 Sim, existe! Integração é deixar um grupo de pessoas entrar em um determinado ambiente, porém sem adaptações que facilitem a experiência do indivíduo. Exclusão é excluir ou não deixar que um grupo de pessoas entre ou interajam em um determinado ambiente.

A8 Sim. Exclusão é a total diferenciação de oportunidades de participação de algo. Integração é a total ou parcial diferenciação de oportunidades de algo mas dividindo o mesmo ambiente e contextualização.

Inclusão é a identificação individual das dificuldades e/ou limitações e aplicar ferramentas para auxiliar e permitir a participação plena de todos ao ato proposto. A 9 Sim, integração é estar no mesmo local físico (meio social) mas não necessariamente participar (as 4 meninas cegas que ficavam longe do professor pelo barulho das máquinas).

Exclusão é quando alguém não está naquele mesmo meio social por conta de alguma característica sua (deficientes, negros, mulheres, LGBTQIA+, e outras características)

Inclusão é quando TODOS, mesmo com suas diferenças, estão no mesmo social, participando em par de igualdade com todos. Na sala de aula é quando o aluno com deficiência tem a mesma oportunidade de aprendizagem que o aluno sem deficiência.

A10 Sim. Integrar está relacionado a juntar, aproximar (muitas vezes fisicamente), porém não necessariamente incluir, pelo contrário. Integrar, em alguns casos, está ligado à exclusão. Um exemplo no ambiente educacional é o direito de pessoas com deficiência frequentarem uma escola regular, porém não terem aulas equânimes e ficarem excluídos neste sentido.

A11 Sim. A exclusão é simplesmente a anulação da presença da pessoa com deficiência do ambiente ou meio, tirando assim qualquer possibilidade de integração dessa pessoa. A integração no caso, é o ato de receber e aceitar a pessoa com deficiência seu meio, porém não necessariamente se preocupando em fazer com que aquela pessoa esteja incluída em todas as experiências vividas ali. E a inclusão, como dito anteriormente, é a total preocupação em integrar completamente a pessoa com deficiência em todas as atividades, de modo que ela se sinta parte daquilo e não tendo desvantagens de aprendizado comparado a um não deficiente.

A12 Sim, existe diferença. Na integração a pessoa com deficiência, por exemplo está no mesmo ambiente, mas não participa dele. A exclusão é quando um indivíduo é impedido de estar nesse ambiente. E a inclusão é quando o indivíduo, por exemplo está no ambiente e é garantido a ele os meios necessários para que ele possa participar de forma efetiva de todas as atividades.

A13 Sim. Integração significa, no contato social, “absorver” um indivíduo um indivíduo capacitado portador de deficiência visual. Exclusão significa separar a pessoa com deficiência visual da sociedade.

É importante deixar claro que as diferenças entre os termos inclusão, integração e exclusão já haviam sido trabalhadas na Oficina. As respostas a esta segunda pergunta mostram que alguns dos estudantes ainda fazem alguma confusão sobre os três tipos de abordagem com relação aos alunos com deficiência visual em salas de aulas regulares.

A6 confunde claramente integração e inclusão, para ele/ela não há praticamente nenhuma diferença entre as duas formas quando afirma: “Diferente da inclusão, a integração também visa dar ao indivíduo a sensação completa de pertencimento à atividade, ofertando auxílio de modo que as dificuldades pessoais da pessoa não a impeçam de experienciar a ação de forma satisfatória”. Sabe-se que a integração pressupõe que:

O sistema mantém-se a todos os níveis e estes alunos e os professores que os acompanham terão de fazer os possíveis e os impossíveis para aceder às regras e ao funcionamento do sistema regular, para ter direito a um lugar no meio escolar normal, enquanto que o sistema não se questiona nem preconiza a mudança. Se não conseguirem serão excluídos. (SANCHEZ, TEODORO, 2006 p. 68)

Dessa maneira, há claras diferenças entre os conceitos de integração e inclusão. Ainda segundo os autores:

Escola inclusiva é uma escola onde se celebra a diversidade, encarando-a como uma riqueza e não como algo a evitar, em que as complementaridades das características de cada um permitem avançar, em vez de serem vistas como ameaçadoras, como um perigo que põe em risco a nossa própria integridade, apenas porque ela é culturalmente diversa da do outro, que temos como parceiro social.” (CÉSAR, 2003 p. 119, apud SANCHEZ, TEODORO, 2006 p. 70)

Ainda sobre as respostas à segunda pergunta, é importante ressaltar que A13 emprega uma nomenclatura antiga e não mais aceita para se referir aos alunos com deficiência visual. Os demais apresentaram um entendimento relativamente adequado em relação às diferenças entre exclusão, integração e inclusão, mostrando a importância de discutir a linguagem e a adequação dos termos e seus usos, segundo os atuais resultados de pesquisa e documentos oficiais.

Agora passamos a transcrever as respostas à terceira pergunta.

A1 Pessoas cegas ou com baixa visão

A2 Qualquer tipo de dificuldade em enxergar; entende-se algo através da observação. Tendo em vista as dificuldades sendo causados por alguma deficiência, seja ela causada por algum acidente ou de forma genética.

A3 Baixa visão, quando a pessoa enxerga parcialmente e cegueira, quando não enxerga totalmente.

A4 Pessoas cegas que não enxergam 100% ou que possuem um baixíssimo grau de visão.

A5 Abaixa visão.

A6 É uma perda, parcial ou total, de alguma capacidade relativa à visão, como discernir cores, definir nitidamente as formas ao seu redor ou enxergar de maneira geral.

A7 É caracterizado por aquela pessoa que tenha dificuldade em enxergar a luz visível, exemplos: pessoas cegas e de baixa visão.

A8 Quando o indivíduo continua a ter perda significativa da visão, dificultando a leitura mesmo após as correções possíveis, como óculos e cirurgias.

A9 A deficiência visual é caracterizada de duas formas: Cegos, pessoas com acuidade visual no seu melhor olho (com todo tipo de tratamento corretivo) é igual ou menor que 0,05 ou ainda que enxerga a 20m aquilo que uma pessoa sem deficiência enxerga a 400m. Baixa visão: pessoas com acuidade visual entre 0,3 e 0,05 e/ou com visão periférica inferior à 60°. Enxerga a 20 m o que uma pessoa sem deficiência enxerga a 70 m.

A10 É caracterizada pelo grau de acuidade visual e

pode ser classificada como cegueira ou baixa visão.

A11 Pessoas que possuem menos de 0,05% da visão, são considerados cegos, e quem possui entre 0,3 e 0,05% é considerada baixa visão. Então, pode-se concluir que pessoas que possuem grande dificuldade de enxergar e os que não enxergam, são deficientes visuais (tanto que estejam nas condições citadas).

A12 A deficiência visual é caracterizada pela perda ou pela diminuição da capacidade visual.

A13 Pessoas cegas, com baixa visão ou daltônicos.

Nas respostas a esta questão encontramos algumas bastante sucintas, limitando-se às definições, algumas vezes com enganos de distâncias de possibilidade de visão, outras incompletas e outra, ainda, que nada disse apesar de ter tentado responder à pergunta.

Nesse ponto, e como principal tema a ser aprofundado, trazemos a necessidade de problematizar, no campo da educação, a deficiência visual, e outras deficiências, como uma incapacidade para aprendizagem. Essa visão, já superada, permeou por muito tempo o imaginário social implicando preconceitos presentes até hoje no discurso do senso comum. Esses preconceitos estão associados às resistências, ou barreiras atitudinais, ao processo de inclusão (BARBOSA-LIMA, CATARINO, TATO, 2016).

Passando para a penúltima questão onde perguntamos se os estudantes tinham notícia da existência de algum físico com deficiência visual na história da Física, obtivemos as seguintes respostas:

A1 Eu não conheço, nunca percebi ou tive contato.

A2 Não sei

A3 Não

A4 Não sei

A5 Não

A6 Thomas (sic) Dalton. Seu nome inclusive, foi posteriormente utilizado para nomear o daltonismo.

A7 Pelo conhecimento que tenho, não conheço nenhum físico com deficiência visual na história da Física.

A8 Não

A9 Sim, o professor Eder.

A10 Sim, o professor Eder.

A11 Eder Pires de Camargo

A12 Sim, falamos dele durante o minicurso mas esqueci o nome dele.

A13 Não sei dizer o nome de um mas com certeza já ouve (sic) algum, uma vez que no passado – até o início do séc. 17 – não existia óculos. Então físicos com baixa visão são muito prováveis naquela época.

Interessante observar por estas respostas que pouco ou quase nada os estudantes conhecem das biografias dos físicos ou de episódios históricos da Ciência e da Física, em particular. Essa constatação reflete uma preocupação atual de pesquisadores na área que vêm enfatizando a necessidade de um ensino que contemple a História da Ciência como parte dos conteúdos necessários para compreensão do que é e como se produz o conhecimento científico (MOURA, 2021). Além disso, cursando Física em nível superior, tal fato pode representar ainda uma falta de curiosidade de nossos alunos.

Como possíveis respostas à pergunta, trazemos, como exemplo, Kepler que tinha poliocopia. Apesar de não estar “legislada” como a cegueira e a baixa visão, tal condição interferia em sua vida fazendo com que ele mesmo afirmasse que se olhasse para a Lua em lugar de uma veria 10, além disso, afirmou que pelo seu “defeito” enxergava os eclipses antes de todos (FEYRABEND, 2007). Segundo SIMAAN, FONTAINE (2003), Kepler tinha miopia complicada por visão múltipla e definiram tal deficiência como grave para um astrônomo, que ficou conhecido como “legislador do céu” (p. 177).

Mais recente que Kepler, Stephen Hawkins sofreu por muitos anos de esclerose múltipla e, por motivo da doença, também era um físico com deficiência visual. Temos ainda Eder Camargo, professor universitário e pesquisador em Ensino de Física, que foi citado por eles já que haviam sido apresentados, na Oficina, ao seu nome e atuação tendo em vista sua formação em física.

O daltonismo, ou discromatopsia, foi descoberto em 1794 pelo químico e físico britânico John Dalton (1766-1844), mal que ele próprio sofria. Dalton, o

mesmo que formulou a teoria atômica, foi quem apresentou a primeira descrição desta anomalia genética em que há uma dificuldade de identificação de cores, tendo sido o físico inglês Thomas Young quem formulou a primeira explicação científica para a sensibilidade do olho humano às cores em 1801 (AGÊNCIA SENADO, 2009, nº 268)

Quanto à existência dos óculos mais parecidos com os que conhecemos hoje, eles só surgiram em 1270, na Alemanha bem antes do Séc. XVII como afirmou nosso estudante A13, porém estes óculos eram com aros de ferro e unidos por rebites, ainda não possuíam hastes fixas.

No século XVII, foram inventados os óculos com suportes nas orelhas. Robert Grosseteste e Roger Bacon criaram os primeiros óculos modernos e, no XVIII, Benjamin Franklin, em 1785, inventou os primeiros óculos bifocais para enxergar de longe e de perto. A produção de óculos modernos começou em 1850. Em 1864, Donders, um oftalmologista holandês, estabeleceu o tratamento dos defeitos da visão com óculos de grau. O uso das lentes para correção da visão foi possível graças às leis da refração de Snellius, ou Snell, formuladas entre 1600 e 1620, ou seja, no Séc. XVII (MAXIMO, ALVARENGA, 2006 pp. 237-8). No Brasil, os óculos surgiram no século XVI, trazidos pelos portugueses.

Percebe-se ainda a potencialidade do tema tanto para tratar do conhecimento da deficiência visual quanto para aproximar o tema Inclusão à própria História da Ciência e de seus conceitos.

Passando para a quinta questão, relacionamos suas respostas:

A1A história nos mostra que pessoas com deficiência visual, apesar do problema de visão, podem fazer qualquer atividade que queiram. Pessoas cegas tem capacidade igual qualquer um, só precisam de mais inclusão.

A2 Que a pessoa com alguma deficiência visual, cria outra forma de entender algumas coisas através de outros meios que não o olhar. Que a pessoa não se torna uma pessoa diferente por causa disso, deve ser tratada da mesma forma que os demais.

A3 Quanto a pessoa é cega, ela somente não enxerga. Mas ela ainda possui todos os outros sentidos como olfato, paladar, audição e tato. Por isso, com adaptações, ela pode fazer quase todas as coisas que uma pessoa sem deficiência visual faz.

A4 Entendi esse caso de a pessoa deficiente visual tem os outros sentidos mais apurados, podendo até fazer coisas que pessoas sem deficiência não conseguem ou conseguem com dificuldade. Mostra que deficiente visuais conseguem viver tranquilamente na sociedade a partir de seus outros sentidos.

A5 Que quando uma pessoa “perde” os sentidos ela começa a usar os outros, por isso que dizem que os seus sentidos aumentam.

A6 A tirinha, que retrata o encontro de Mônica com Dorinha (uma garota com deficiência visual), demonstra como pessoas com perda de visão experienciam o mundo: utilizando seus outros sentidos – geralmente mais aguçados que os de não deficientes- para entender o mundo à sua volta. Assim, é observável que, embora tenham uma privação total ou parcial de algum sentido, deficientes visuais conseguem experienciar as atividades do dia a dia como qualquer um.

A7 Pelo que eu entendi da história a personagem “Dorinha” por ser uma pessoa com deficiência visual, desenvolveu mais os outros sentidos como o olfato, o paladar, o tato e a audição por não conseguir utilizar o sentido da visão. Ela se adaptou para sua sobrevivência em seu ambiente social.

A8 O quadrinho mostra que uma PCD não está limitada a não poder fazer algo ela só vai precisar de alguma outra ferramenta ou trabalhar outros sentidos para tal.

A9 Uma pessoa com deficiência visual não é um “alienado” ela apenas não enxerga, mas tem todas os outros sentidos a “todo vapor” podendo participar de brincadeiras, reconhecer pessoas e viver uma vida como qualquer outra pessoa, por isso, nenhuma deficiência deve ser alvo de “pena” mas sim de inclusão, deve-se dar autonomia para que ele possa viver uma vida como qualquer pessoa.

A10 A partir da análise da tirinha, é possível notar que pessoas com deficiência visual são como quaisquer outras e devem ser tratadas igualmente, apenas com um pouco mais de atenção e buscando explorar seus

demais sentidos. Além disso, é importante se atentar à linguagem a ser utilizada, que deve ser clara e objetiva.

A11 A tirinha mostra que, na deficiência de um dos sentidos, o corpo, além de se adaptar, desenvolve os outros sentidos para suprir essa falta ou deficiência de um deles, ou seja, na história, a Dorinha percebe coisas que na maioria das vezes, pessoas videntes utilizam a visão para perceber, através de outros sentidos.

A12 Ao ler a história, entendi que apesar da Dorinha ter deficiência visual, ela participa normalmente da sociedade pois possui os demais sentidos, mais desenvolvidos, que a auxiliam. É normal a sociedade pensar que uma pessoa deficiente visual não seja capaz de viver vida normal. Mas vemos que a Dorinha consegue fazer todas as atividades que nós (que enxergamos) achamos que fosse necessário a visão.

A13 Pelo fato de possuir um sentido a menos, o cego presta mais atenção nos seus outros sentidos tendo uma sensibilidade muito maior nesses sentidos do que pessoas não deficientes.

As respostas à pergunta número cinco deixam claro, em sua maioria, que as ideias pré-concebidas apresentam uma forte resistência à mudança, uma vez que o tema ali mostrado, como no caso da tirinha, já tinha sido discutido e permanece quase inalterado. Vários foram os alunos que afirmaram que a menina com deficiência visual apresentava seus outros sentidos mais apurados, mais aguçados. Esta ideia de compensação fisiológica, natural de outros órgãos do sentido, já que um deles não existe é uma ideia antiga e errada, segundo VIGOTSKI:

Esta compensação não surge da compensação fisiológica direta do déficit de visão, mas de uma compensação sociopsicológica geral que segue um curso muito complexo e indireto, sem substituir a função suprimida nem ocupar o lugar do órgão insuficiente. (2012 p. 101)

Houve aqueles que apontaram que a pessoa com deficiência visual precisa trabalhar seus outros sentidos para que possam fazer tudo o que desejarem, que devem ser tratadas com maior atenção, serem

atendidas com adaptações várias, principalmente quanto a linguagem.

O comentado no parágrafo acima é um estrato do que foi discutido em um de nossos encontros, enquanto o anterior retrata as crenças da compensação “natural”.

6. Considerações Finais

Sabemos, naturalmente, que um minicurso de apenas seis horas não apresenta um caráter formativo. Entretanto, defendemos que a positividade de sua existência está apoiada na oportunidade de se mostrar um novo assunto a ser estudado, chamar a atenção para uma outra disciplina que não estava no horizonte dos estudantes e mesmo apresentar outra área de atuação e/ou pesquisa que pode ser abraçada.

A apresentação do tema se associa ainda a uma visão de formação docente inclusivista, tão necessária, que tome consciência de que os problemas e as demandas sociais estão ligados à educação científica. Este minicurso teve um número de inscritos maior do que o atualmente acontece nos semestres letivos. É certo que não tivemos em nenhum dos dias os 21 estudantes em sala, só pudemos contar com 13 alunos, assim mesmo com alguma variação de indivíduos no período dos encontros.

A partir dos resultados analisados, entendemos ser fundamental sugerir novos caminhos para tratar da Inclusão na Educação Científica que avancem no sentido de ultrapassar a simples explicação dos sentidos da Inclusão e sua inserção na formação de licenciandos e bacharéis em Física. Vislumbramos a necessidade de relacionar de modo mais profundo as especificidades da Inclusão aos conteúdos científicos, entendendo conteúdos como conceituais, procedimentais e atitudinais (POZO, GOMEZ CRESPO, 2009), dando mais sentido aos contextos de produção de conhecimento científico e as realidades vivenciadas por todos os estudantes.

Apoio: Uma das autoras é bolsista do Programa de Incentivo à Produção Científica, Técnica e Artística – PROCIÊNCIA UERJ.

7. Referencias

- AGÊNCIA SENADO. **Pai da teoria atômica descobriu a anomalia.** Publicado em: 13/07/2009. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/confusao-na-identificacao-das-cores/ai=-da-teoria-atomica-descobriu-a-anomalia#:~:text=Em%201801%2C%20o%20f%C3%ADsico%20ingl%C3%AAs,que%20se%20tornou%20universalmente%20aceita>> Acessado em 04 de abril de 2023
- ALVES PORTO, A. **Minha história em quadrinhos Turma da Mônica em: Inclusão social.** s./a. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/12562209/>
- ALVES, B. C.; BARBOSA-LIMA, M. C. DE A.; CATARINO, G. F. C. Formação inicial de professores de física inclusivistas. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Florianópolis. **Anais XI ENPEC.** v. único, p. 1-11. 2017.
- BAKHTIN, M. *Estética da Criação Verbal.* 6ª ed. Martins Fontes. São Paulo: Brasil. 2011.
- BAKHTIN, M. (Volochninov). **Marxismo e Filosofia da Linguagem.** 12ª ed. Hucitec. São Paulo: Brasil. 2006.
- BARBOSA LIMA, M. C. A.; CATARINO, G. F. C. Ciência e Literatura: análise de um poema de Gedeão para o Ensino de Física à luz da Interdisciplinaridade e da Teoria Bakhtiniana. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias,** Bogotá, v. 17, n. 1, pp. 14-29. 2022. <https://doi.org/10.14483/23464712.18244>
- BARBOSA-LIMA, M. C. DE A.; CATARINO, G. F. C.; TATO, A. Reflexões sobre o ensino de física para deficientes visuais. **Ciência em Tela,** Rio de Janeiro, v. 9, pp. 1-11. 2016.
- BARBOSA-LIMA, M. C. DE A.; CASTRO, G. F. Formação inicial de professores de física: a questão da inclusão de alunos com deficiências visuais no ensino regular. **Ciência e Educação,** São Paulo, v. 18, p. 81-98. 2012.
- BARBOSA-LIMA, M. DA C. DE A.; MACHADO, M. A. D. As representações sociais dos licenciandos de física referentes à inclusão de deficientes visuais. **Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências,** Belo Horizonte, v. 13, p. 119-131. 2011.
- BARBOSA-LIMA, M. C. DE A.; MACHADO, M. Os licenciandos frente a uma nova disciplina: ensino de física e inclusão social. **REEC. Revista Electrónica**

- de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo-Espanha, v. 11, p. 298-315. 2012.
- BLANCO, R. La atención educativa a la diversidad: escuelas inclusivas. In: MARCHESI, A.; TEDESCO, J. C.; COLL, C. **Calidad, equidad y reformas en la enseñanza**. Santillana. Buenos Aires: Argentina. 2010. pp. 87-99.
- BONDÍA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência, **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 19, pp. 20-28. 2002.
- BRAIT, B. Análise e Teoria do Discurso In: **Bakhtin: outros conceitos-chave**. Contexto. São Paulo: Brasil. 2006.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA JUSTIÇA. (1994). **Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais**. CORDE.
- CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física**. 1ª ed. UNESP Editora. São Paulo: BRASIL. 2012.
- CAMARGO, E. P.; NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo-Espanha, v. 6, n. 2, pp. 378-401. 2007.
- CONCEIÇÃO, J. M.; TEIXEIRA, M. R. F. A produção científica sobre as Mulheres na Ciência Brasileira. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 35, n. 112, 280-299. 2020. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2020.112.280-299>
- FEYERABEND, P. **Contra o método**. Ed. Unesp. São Paulo: Brasil. 2007.
- MACEDO, E. Como a diferença passa do centro à margem nos currículos: o exemplo dos PCN. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 30, n. 106, pp. 87-109. 2009.
- MAXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física: Ensino Médio**. v. 2. Scipione. São Paulo: Brasil. 2006.
- MOURA, C. Para que história da ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva socio-política. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 4, n. 3. 2021. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i3.12900>
- POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. **Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. ArtMed. Porto Alegre: Brasil. 2009.
- SANCHEZ, I.; TEODORO, A. Da integração à inclusão escolar: cruzando perspectivas e conceitos. **Revista Lusófona de Educação**, Lisboa, v. 8, n. 8, 63-83. 2006.
- SIMAAN, A.; FONTAINE, J. **A Imagem do Mundo: dos Babilônios a Newton**. Companhia das Letras. São Paulo: Brasil. 2003.
- TATO, A. L. **Atividades Multissensoriais para o Ensino de Física**. 171f. (TESE) Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – Área de Concentração Física. São Paulo. 2016.
- VIGOTSKI, L. **Obras Escogidas: Fundamentos de defec-tologia**. v. 5 Machado. Madrid: Espanha. 2012.





REGULARIDADES DISCURSIVAS EM UMA COLEÇÃO DIDÁTICA DE BIOLOGIA: O ENSINO DE GENÉTICA EM SUA RELAÇÃO “FORMA-CONTEÚDO”

DISCURSIVE REGULARITIES IN A DIDACTIC COLLECTION OF BIOLOGY: THE GENETICS TEACHING IN ITS RELATION “FORM-CONTENT”

REGULARIDADES DISCURSIVAS EN UNA COLECCIÓN DE ENSEÑANZA DE BIOLOGÍA: LA ENSEÑANZA DE GENÉTICA EN SU RELACIÓN “FORMA-CONTENIDO”

Alberto Lopo Montalvão Neto^{✉*}

Cómo citar este artículo: Montalvão Neto, A. L. (2023). Regularidades discursivas em uma coleção didática de biologia: o ensino de genética em sua relação “forma-conteúdo”. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 527-541. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.18943>

Resumo

Como se tem discutido na pesquisa em Educação em Biologia, o Ensino de Genética é um dos mais desafiadores, não apenas devido à complexidade e aos níveis de abstração de seus conceitos, como também devido às próprias características da área, que, nos últimos anos, se destaca pelo desenvolvimento de novas tecnologias referentes às técnicas moleculares e (bio)tecnológicas. Outrossim, cabe à escola formalizar esses conhecimentos, que, muitas vezes, circulam em distintos âmbitos sociais. Pensando no livro didático como um material importante para as práticas escolares realizadas por professores e estudantes, e sendo este material, por vezes, o único disponível, pautados na Análise de Discurso de linha francesa, que tem Michel Pêcheux como um de seus precursores, e principalmente em trabalhos de Eni Orlandi, analisamos as regularidades discursivas de uma coleção didática de Biologia. Temos como objetivo compreender de que maneira os discursos de Genética são apresentados numa coleção didática de Biologia, bem como entender que efeitos de sentidos podem ser produzidos a partir da interação texto-leitor. Como resultado, apontamos para a alternância de três tipologias discursivas na produção de sentidos, as quais influenciam as formas de apresentação dos conteúdos no livro didático: o discurso cotidiano, o discurso pedagógico e o discurso científico, sendo este último o predominante. Ademais, o texto do livro didático muitas vezes apresenta características de neutralidade e objetividade científica, além de silenciamentos de questões sócio-históricas. Diante dos resultados, compreendemos que há a necessidade de um (re)pensar (sobre) o Ensino de Biologia, indo de encontro aos discursos autoritários e abrindo margens para sentidos outros.

Palavras chave: Análise de Discurso, Ensino de Biologia, Ensino de Genética, Livro Didático.

* Doutorando em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, alberto.montalvaoneto@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4875-646X>.

Abstract

As discussed in research within the field of Biology Education, teaching Genetics is one of the most challenging tasks. This challenge arises not only due to the complexity and the abstract nature of its concepts but also because of the evolving characteristics of the field itself, which in recent years has seen significant advancements in molecular and (bio) technological techniques. Furthermore, it is the responsibility of formal education to codify this knowledge, which often circulates in various social contexts. Viewing the textbook as a significant resource for classroom practices conducted by teachers and students, and sometimes the only available material, we applied the French school of Discourse Analysis, influenced by Michel Pêcheux and primarily by the works of Eni Orlandi, to examine the discursive regularities in a biology textbook collection. Our objective was to comprehend how Genetic discourses are presented in a biology textbook collection and to understand the potential effects of sense production from the interaction between the text and the reader. As a result, we identified the alternation of three discursive typologies in sense production, which influence the ways in which content is presented in the textbook: everyday discourse, pedagogical discourse, and scientific discourse, with the latter being predominant. Additionally, the textbook often demonstrates characteristics of scientific neutrality and objectivity, along with the omission of socio-historical issues. Based on these results, we recognize the need to rethink Biology Education, moving away from authoritarian discourses and allowing room for alternative interpretations.

Keywords: Discourse Analysis, Biology Education, Genetics teaching, Textbook.

Resumen

Como se ha discutido en investigaciones en Educación Biológica, la Enseñanza de la Genética es una de las más desafiantes, no solo por la complejidad y niveles de abstracción de sus conceptos, sino también por las características propias del área, que en los últimos años destaca por el desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con técnicas moleculares y (bio)tecnológicas. Además, corresponde a la escuela formalizar estos conocimientos, que muchas veces circulan en diferentes ámbitos sociales. Pensar en el libro de texto como un material importante para las prácticas escolares de profesores y estudiantes, en las que este material es, en ocasiones, el único disponible –basado en el análisis del discurso francés, que tiene a Michel Pêcheux como uno de sus precursores, y principalmente en obras de Eni Orlandi–, analizamos las regularidades discursivas de una colección didáctica de Biología. El objetivo es comprender cómo se presentan los discursos de Genética en una colección de enseñanza de Biología, así como comprender qué efectos de significado pueden producirse a partir de la interacción texto/lector. Como resultado, señalamos la alternancia de tres tipologías discursivas en la producción de significado, que influyen en cómo se presentan los contenidos en el libro de texto: el discurso cotidiano, el discurso pedagógico y el discurso científico, siendo este último el predominante. Además, el libro de texto presenta a menudo características de neutralidad y objetividad científica que, a su vez, silencian cuestiones sociohistóricas. Ante los resultados, entendemos que es necesario (re)pensar (la) Enseñanza de la Biología, en contravía de los discursos autoritarios y con el propósito de ampliar los horizontes hacia otros significados.

Palabras clave: análisis del discurso, Enseñanza de la Biología, Enseñanza de la Genética, libro de texto.

1. Introdução

Como há muito aponta-se em múltiplas pesquisas da área de ensino, as quais possuem as mais variadas abordagens, os livros didáticos são recursos privilegiados por professores e estudantes. Esses materiais usualmente orientam as práticas de ensino-aprendizagem e os planejamentos curriculares, além de influenciarem a organização dos conteúdos e das atividades que ocorrem em sala de aula (CORACINI, 1999; XAVIER et al., 2006; GOLDBACH, BEDOR, 2011; SILVA, MEGLHIORATTI, 2020; MONTALVÃO NETO et al., 2021a; MARÍN, VINHOLI JÚNIOR, 2021; entre outros). Todavia, MEGID NETO, FRACALANZA (2003 p. 147) alertam que, apesar das influências dos livros didáticos, os professores ressignificam as suas formas de uso, em busca de moldar as coleções “[...] à sua realidade escolar e às suas convicções pedagógicas”.

Há vários fatores que apontam para a relevância deste recurso didático. Entre eles, podemos citar que:

A indiscutível importância do livro didático no cenário da educação pode ser compreendida em termos históricos, através da relação entre este material educativo e as práticas constitutivas da escola e do ensino escolar. Esta importância é atestada, entre outros fatores, pelo debate em torno da sua função na democratização de saberes socialmente legitimados e relacionados a diferentes campos de conhecimento, pela polêmica acerca do seu papel como estruturador da atividade docente, pelos interesses econômicos em torno da sua produção e comercialização, e pelos investimentos de governos em programas de avaliação (MARTINS, 2006 p.12).

É justamente acerca da discussão desses saberes socialmente legitimados, citado por MARTINS (2006), que buscamos tratar neste trabalho.

Entre os conteúdos escolares historicamente estabilizados estão os de Genética, considerados de difícil compreensão devido aos níveis de abstração e de complexidade que possuem. Além disso, recentes estudos sobre o Ensino de Genética apontam para profundos problemas relacionados ao processo de

ensino-aprendizagem desses conteúdos (GOLDBACH, BEDOR, 2011; MONTALVÃO NETO et al., 2015; MONTALVÃO NETO, ALMEIDA, 2020; entre outros). MARÍN, VINHOLI JÚNIOR (2021), ao dialogarem com a literatura da área, ressaltam que o livro didático tem sido um dos principais recursos utilizados em sala de aula também no que toca ao Ensino de Genética. No entanto, por seu caráter conteudista, apresentando de forma sintética e por vezes simplista muitos conceitos, o ensino desses conteúdos, quando restrito ao livro didático, acaba por distanciar os estudantes de tais questões, dificultando assim a efetivação de aprendizagens significativas.

Como apontam GOLDBACH, BEDOR (2011), nos últimos anos, vários trabalhos, realizados com o objetivo de analisar as relações entre os conhecimentos escolares e as compreensões dos estudantes sobre temas relativos à Genética, demonstraram resultados preocupantes. Muitos deles concluem que os estudantes terminam o Ensino Médio sem compreender questões básicas da área, como, por exemplo, a relação gene/cromossomo ou mesmo conceitos como mitose e meiose. Outrossim, NASCIMENTO, ALVETTI (2006) salientam que temas relacionados a esses conhecimentos são de suma importância, pois são necessários para a compreensão de fenômenos e do mundo que nos cerca, sendo que o debate de temas atuais, chamados pelos autores de “Biologia Moderna e Contemporânea”, são imprescindíveis por sua relevância cultural, social e política. Nessa relação é importante considerar que a Ciência é uma “[...] parte de um processo histórico, produto da vida social, e que leva a marca de sua época” (NASCIMENTO, ALVETTI, 2006 p. 31).

Não obstante, pesquisas como a de SILVÉRIO, MAESTRELLI (2011); SARDINHA et al. (2009); SCHEID, FERRARI (2006), entre outras, apontam para um Ensino de Genética memorizador, que, muitas vezes, não é contextualizado e tem os seus conceitos são retratados de forma linear, fragmentada, dogmática ou desatualizada.

A respeito dos problemas escolares destacados, concordamos com ANJOS (2005) quando a autora diz que:

A escola [...], pode ser caracterizada como instituição que pouco reflete essas mudanças da vida contemporânea do ponto de vista pedagógico. Difíceis obstáculos persistem no ambiente escolar, como a transmissão de informações desprovidas de contexto, a resolução de exercícios padronizados, as expectativas de estudantes, pais e até educadores que o professor é o agente ativo do processo de ensino e aprendizagem, e o estudante agente passivo, receptor das informações depositadas. Tais expectativas somadas ao ensino descontextualizado resultam em baixo desempenho e interesse, provocam desentendimentos e desânimos em todos os atores do processo (Anjos, 2005 p. 124).

Trabalhos como os de XAVIER et al. (2006); GOLDBACH et al. (2009); GOLDBACH, BEDOR (2011); MONTALVÃO NETO, ALMEIDA (2020), entre outros, apontam para a ausência de temas relacionados aos rápidos avanços da Biologia nos livros didáticos. Isso ocorre mais especificamente no que tange à Nova Biologia ou à Biologia Moderna, termo designado por XAVIER et al. (2006 p. 277) para se referir à “[...] integração entre as novas tecnologias do DNA e novas aplicações em Genética, que inclui a Biotecnologia e a Biologia Molecular”. Ademais, as tecnologias do DNA se tornam importantes, pois, para além dos conteúdos de Genética que as atravessam, é preciso compreender o próprio processo de produção do conhecimento científico e os impactos sociais que esses novos saberes podem ocasionar. Então, essa perspectiva engloba, sobretudo, “[...] uma abordagem crítica do ensino da genética tais quais a relação entre ciência e sociedade, a natureza da ciência e implicações éticas e morais do trabalho científico” (TEIXEIRA, SILVA, 2017 p. 63). Por conseguinte, essa compreensão leva a um entendimento de Ciência “[...] como um produto do meio social e do trabalho humano” (TEIXEIRA, SILVA, 2017 p. 79).

Em trabalhos como os de MONTALVÃO NETO et al. (2015) e MONTALVÃO NETO, ALMEIDA (2020), observamos que, na Biologia, determinados conteúdos são privilegiados. Esses conteúdos podem ser denominados como pertencentes à “Genética

Clássica” e relacionam-se a alguns conteúdos que possuem grande destaque nos currículos, como, por exemplo, as teorias mendelianas. Tais conteúdos geralmente sobressaem-se nos livros didáticos, e isso ocorre em detrimento dos conhecimentos atuais da Genética e de suas aplicações (bio)tecnológicas. Sobre a questão supramencionada, NASCIMENTO, ALVETTI (2006) apontam que a seleção de conteúdos no Ensino de Ciências e de Biologia é fruto de um processo histórico. Não apenas os seus conteúdos, mas a própria Ciência é uma “[...] parte de um processo histórico, produto da vida social, e que leva a marca de sua época” (NASCIMENTO, ALVETTI, 2006 p. 31). Isso também é afirmado por SILVÉRIO, MAESTRELLI (2010 p. 3), que complementam a questão dizendo que os conceitos científicos “[...] carregam consigo as marcas dos inúmeros conflitos inerentes à sua construção”. Nessa relação, mais do que ensinar conteúdos, faz-se necessária a abordagem de temas socialmente relevantes em sala de aula. Outrossim, mais do que apresentar conceitos atuais aos estudantes, é necessário que esses conteúdos façam sentido em suas vidas, propiciando, assim, reflexões críticas a respeito do mundo que os cercam.

Se por um lado os temas clássicos da Genética, àqueles que estão presentes nos currículos e que se tornaram estáveis e predominantes, têm uma grande importância para que possamos compreender os fenômenos e o mundo em que vivemos; por outro lado, NASCIMENTO, ALVETTI (2006) destacam que o debate de temas atuais têm a sua relevância, sobretudo por relacionarem-se às questões sociais, culturais e historicamente relevantes. Em outras palavras, temas referentes à Biotecnologia e à Biologia Molecular são considerados como socialmente relevantes por serem amplamente discutidos na sociedade atual, presentificando-se nas mídias e em debates políticos, científicos, econômicos, relacionados à saúde pública, entre outros. Ou seja, esses temas são discutidos em diferentes contextos e espaços sociais.

Diante das questões expostas, no presente estudo nos interessa discutir sobre os temas socialmente

relevantes, dado que as mídias reverberam diferentes discursos sobre as novas tecnologias do DNA. Isso ocorre de forma rápida e assistemática (NASCIMENTO, MARTINS, 2005), enquanto na escola, muitas vezes, o foco está na abordagem de conteúdos estabilizados historicamente. Destarte, defendemos que, em uma perspectiva de ensino que se quer crítica, o foco pode ser na construção de aprendizagens que contribuam de forma significativa para a formação dos sujeitos. Ou seja, defendemos um ensino que considere as realidades locais e as questões cotidianas dos educandos, estabelecendo, assim, relações entre os conhecimentos científicos veiculados pelas mídias e os conceitos desenvolvidos em aulas de Biologia (ANJOS, 2005).

Dito isto, utilizando-se dos pressupostos teórico-metodológicos da Análise de Discurso (AD) e partindo do princípio de que forma e conteúdo são indissociáveis (PÊCHEUX, 1990, ORLANDI, 2002), para compreendermos os efeitos de sentido que podem ser produzidos a partir da interação texto-leitor, consideramos como necessária a análise das condições de produção (de leitura) dos textos (GIRALDI, 2010). Propomos fazê-la de modo a pensar sobre aquilo que é dito e como é dito, pensando ainda em quem diz e em quais implicações têm esse dizer. Dessa forma, este trabalho, desenvolvido no âmbito de uma pesquisa de mestrado acadêmico (MONTALVÃO NETO, 2016), objetivou compreender de que maneira os discursos de Genética são apresentados numa coleção didática de Biologia, bem como entender que efeitos de sentidos podem ser produzidos a partir da interação texto-leitor. Para isso, não apenas refletimos sobre a relação forma-conteúdo, como também pensamos a respeito de outros mecanismos da linguagem, destacando, assim, as tipologias discursivas identificadas em uma coleção didática.

2. Corpus de análise e aporte teórico-metodológico.

Para a análise dos padrões discursivos referentes às questões de Genética materializadas em uma

coleção didática de Biologia, como critério de seleção do objeto de análise, selecionamos o livro mais utilizado no Brasil, aprovado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2015. Nesse sentido, foram selecionados os três volumes da coleção didática “Biologia Hoje”, pertencente à editora Ática e de autoria de SÉRGIO LINHARES e FERNANDO GEWANDSZNAJDER. Para as análises, como enunciado, nos alicerçamos nos aportes teórico-metodológicos da AD de linha francesa de Michel Pêcheux e, principalmente, nos trabalhos de Eni Orlandi.

A AD, como o nome diz, tem como objeto o discurso, que pode ser definido como o “[...] efeito de sentidos entre interlocutores” (PÊCHEUX, 1990 p. 11; ORLANDI, 1994 p. 53). A produção desses efeitos de sentidos depende de vários fatores, tais como as condições de produção, a formação discursiva e a formação ideológica a qual filiam-se e/ou pertencem, além dos sujeitos envolvidos no momento da enunciação (interlocutores). Assim, é no discurso que a ideologia e a história se materializam e se manifestam, ocorrendo a construção do sujeito, o qual, nessa perspectiva, é considerado como sócio-histórico e ideológico. Destarte, podemos dizer que “[...] pela ideologia se naturaliza o que é produzido pela história” (ORLANDI, 1994 p. 56) Para a AD, a linguagem não é transparente e, portanto, não está separada do sujeito que fala e de seu momento histórico (CASSIANI, GIRALDI, VON LINSINGEN, 2012). Ao dizer que a linguagem não é transparente, entendemos que aquilo que se fala não possui um sentido unívoco. Dessa maneira, a linguagem é mais do que um processo parafrástico, podendo os sentidos serem múltiplos, dependendo das condições de produção e da formação discursiva a qual o sujeito filia-se no momento da enunciação. Ademais, a AD questiona a transparência da linguagem “[...] ao considerar o imaginário como produtor desse efeito e restituir [...] a opacidade do texto ao olhar leitor” (ORLANDI, 1994 p. 57-58). Com relação aos discursos científicos, podemos dizer que para entendê-los a concepção de não transparência da linguagem é fundamental, pois não

é possível “[...] acatar uma concepção de transparência da ciência como transcrição fiel da realidade, uma vez que a construção de conhecimentos é mediada pela linguagem” (GIRALDI, 2005 p. 14). Partindo dessa concepção e compreendendo que, muitas vezes, a Ciência é colocada como neutra e objetiva, em nossas análises, nos interessa refletir acerca dos discursos de neutralidade, objetividade e de verdade advindos da Ciência, os quais reverberam em seu ensino (CASSIANI, GIRALDI, VON LINSINGEN, 2012; MONTALVÃO NETO et al., 2021b; entre outros), pois entendemos que todo discurso, por mais que se mostre aparentemente neutro dado aos efeitos da ideologia, é carregado de intencionalidades.

Partirmos do pressuposto de que, um autor, ao escrever um texto, direciona os seus sentidos mediante ao tipo de leitor que imagina que ter. O leitor imaginário, portanto, faz parte do texto. Nesse cenário, para que se produza tal efeito, muitas vezes assumimos diferentes posições ou “posição-sujeito” no discurso. Exemplos disso são as posições de um professor, um cientista, um aluno ou do próprio autor de um livro didático. Não apenas assumimos, como também, enquanto leitores, nos colocamos no lugar do outro para compreender um texto, em um mecanismo chamado na AD de antecipação (ORLANDI, 2002). Por meio desse mecanismo pensamos como o interlocutor poderá interpretar as palavras ditas por nós e, assim, direcionamos o dizer. Esse efeito nem sempre ocorre de modo intencional ou consciente por parte dos sujeitos, mas é fundamental para o funcionamento da linguagem e de outros de seus mecanismos.

É importante ressaltar que a produção dos efeitos de sentidos varia de acordo com a formação discursiva (e ideológica) em que o sujeito se insere. Nesse viés, por formação discursiva compreendemos “[...] aquilo que, numa conjuntura dada [...] determina o que pode e deve ser dito [...]” (PÊCHEUX, 1995 p. 160). Por exemplo, os sentidos aos quais um professor, um cientista ou um aluno se filiam diferem-se devido à formação discursiva nas quais eles se inserem. Nesse viés, como aponta ORLANDI (2005),

numa determinada situação, a formação discursiva condiciona o que pode e deve ser dito, e isso ocorre a partir do lugar social que o sujeito ocupa. Não obstante, o funcionamento da linguagem atrela-se a outras questões, como, por exemplo, o papel da memória, o invisível do esquecimento e o intercurso, a partir do qual o sujeito assume um dizer que a ele não pertence, mas que naturaliza-se de tal forma que faz com que ele acredite ser próprio de si e coloca-se como a origem do dizer.

Para compreender os discursos e a produção de efeitos de sentido, é preciso entender também as condições de produção (inclusive, as de leitura). Essas condições de produção podem ser pensadas em seu sentido amplo e em seu sentido estrito, ou seja, em contextos históricos ou imediatos. Dito isto, partimos da compreensão de que as relações de interpretação do texto do livro didático podem envolver três elementos: as condições de produção da própria elaboração e circulação do livro enquanto um objeto mercadológico; o contexto histórico ideológico da construção da ciência, narrada nesses textos didáticos; e as condições em que são produzidas as leituras do livro, as quais ocorrem em contextos que envolvem as relações estabelecidas entre os interlocutores e o texto.

Destarte, em nosso movimento de análise identificamos elementos do funcionamento da linguagem. Fazemos isso de forma a compreender quais são as possibilidades de leitura a partir da interação de seus possíveis leitores, a saber, professores e alunos, com textos de/sobre Genética que estão presentes no livro didático de Biologia do Ensino Médio. Co-tejamos, então, compreender as possíveis implicações discursivas dessas questões para os processos de ensino-aprendizagem.

3. Regularidades Discursivas numa coleção didática

Como dito, apoiados nos pressupostos teórico-metodológicos da AD, com o intuito de entender como os conteúdos de Genética são abordados em um livro didático de Biologia, e pensando principalmente na

relação forma/conteúdo, refletimos a respeito dos possíveis efeitos de sentidos que podem ser produzidos a partir do texto didático analisado. Como recorte de análise, caracterizamos as formações discursivas e buscamos compreender os processos polissêmicos/parafrásticos que atravessam o texto. Para tanto, consideramos que é de fundamental importância um pensar sobre as posições às quais os sujeitos (autores) se filiam ao longo de uma possível leitura deste texto.

Conforme apontam CORACINI (1991), GIRALDI (2005), GALIETA (2013), entre outros, no livro didático podemos identificar três tipologias discursivas: o discurso científico, o discurso pedagógico e o discurso cotidiano. Embasados nessa classificação, buscamos compreender o funcionamento discursivo.

a. Discurso cotidiano, pedagógico e científico

De acordo com ORLANDI (2002), as tipologias discursivas distinguem-se por sua relação com as possibilidades de produção de interpretações mais ou menos fechadas. Para a autora, em contextos escolares podemos identificar desde aquelas formações de caráter mais autoritário, com tendência ao fechamento de sentidos, até aquelas que apresentam-se como mais amplas, nas quais os sentidos podem ser negociados de um modo que podemos considerar como menos restrito.

Nessa relação, podemos dizer que o discurso pedagógico tem sido comumente caracterizado por seu caráter autoritário (ALMEIDA, 2012). Assim, na AD, o discurso autoritário é visto como aquele no qual não há (ou há poucos) espaços para a produção de interpretações outras, que extrapolem àquelas idealizadas discursivamente. Para Orlandi, o discurso pedagógico é “[...] um dizer institucionalizado, sobre as coisas, que se garante, garantindo a instituição em que se origina e para a qual tende: a escola” (ORLANDI, 1983 p. 21). Outrossim, ALMEIDA (2012) aponta que o caráter autoritário do discurso pedagógico ocorre não apenas pelas condições de produção imediatas, como também por meio da ação da memória discursiva do professor.

Com base em trabalhos de Eni Orlandi, ALMEIDA (2012) coloca como necessário o exercício do discurso polêmico, abrindo-se possibilidades de outros diálogos que permitam ir de encontro ao caráter autoritário do discurso pedagógico, sendo uma delas o trabalho com os aspectos da história da ciência. Esse trabalho relaciona-se, inclusive, no que concerne ao livro didático. Ademais, o discurso pedagógico de caráter autoritário não se limita à instituição escolar ou a figura do professor. É uma tipologia discursiva que se faz presente em diversos espaços sociais e se manifesta, por exemplo, em processos de didatização de discursos. Ademais, esse recurso discursivo é com frequência utilizado pelas mídias (RAMOS, 2006).

Além do discurso pedagógico, é comum ao livro didático um discurso relativo à Ciência (discurso científico). Como dissemos, comumente esse tipo de discurso refere-se a uma Ciência neutra, objetiva e canônica. Tanto no que toca ao discurso pedagógico autoritário quanto ao discurso científico, pode-se dizer que outras interpretações, além daquelas estabelecidas pelo professor, pelo texto didático e/ou por aquilo que se fala de/sobre Ciência (e a partir dela), não são permitidas.

Sobre o discurso cotidiano, podemos dizer que este é utilizado no livro didático quando se busca uma aproximação com o leitor, que, neste caso, trata-se principalmente do estudante. Isso é feito a partir do uso de termos e de expressões que parecem mais próximas a uma linguagem comum. Destarte, por meio do mecanismo de antecipação, o autor/interlocutor do texto direciona o seu discurso na tentativa de contemplar aquilo que imagina que seja esperado pelo seu leitor/interlocutor.

Com base na delimitação dessas três tipologias discursivas, podemos dizer que não há um único modo de funcionamento da linguagem em textos didáticos. Em outras palavras, os autores filiam-se a determinadas formações discursivas (científica, cotidiana e/ou pedagógica), produzindo discursos que se caracterizam como uma rede de tipologias nas quais os efeitos de sentido produzidos variam e se inter-relacionam.

A seguir, apresentamos alguns enunciados nos quais são estabelecidas relações de sentidos (e de forças), apontando, assim, para determinadas posições no discurso.

Por que os filhos são parecidos com os pais? Você conhece a primeira lei de Mendel? O que essa lei procura explicar? (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 12).

Você sabe qual é o seu tipo sanguíneo? O que diferencia os tipos de sangue? O sangue doado pode ser transfundido para qualquer pessoa? Qual a relação entre grupos sanguíneos e a Genética?" (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 46).

Você já pensou em quantas cores diferentes o olho humano pode ter?" "Quantos tons de pele podemos observar em pessoas diferentes? Como os genes podem interagir e influenciar o fenótipo? (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 58).

Nos enunciados transcritos acima, percebe-se uma tentativa de aproximação com um dos leitores (imaginários) do livro didático, o estudante. Nesse movimento, aquilo que é dito aproxima-se mais da linguagem cotidiana, numa tentativa de contextualizar um conteúdo científico a partir de expressões mais informais e pessoais, ou seja, por meio de modos coloquiais de evocar o sujeito-leitor. Ocorre, então, uma tentativa de aproximação, de modo que o aluno possa fazer relações entre o seu cotidiano e as questões científicas. No entanto, esse tipo de linguagem não é uma constante, pois, no decorrer do texto, ocorrem distanciamentos da linguagem comum, informal, apagando-se sujeitos e ressaltando a neutralidade científica.

Ao longo do texto encontramos enunciados referentes à "posição-sujeito" cientista, os quais são apresentados por meio de uma linguagem neutra e objetiva, que busca conferir autoridade e legitimidade ao que está sendo dito no livro didático. Desse modo, a voz do especialista se sobrepõe a outras vozes, assumindo, assim, um caráter de "verdade". Esse jogo enunciativo pode ser observado em trechos do livro como o que destacamos a seguir:

Quando observamos células eucariotas em processo de divisão, encontramos corpúsculos compactos em forma de bastonete, os cromossomos (khroma = cor; soma = corpo) (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 137).

Em tal dualidade discursiva se percebe um jogo enunciativo que leva à filiação daquilo que se fala a diferentes posições-sujeito. Podemos observar que a linguagem cotidiana se dá principalmente no início dos capítulos, em que há uma série de questionamentos e explicações sobre um determinado assunto, em busca de aproximar o leitor do que será abordado naquele capítulo. Porém, como supramencionado e de acordo com o que aponta BACHELARD (1996), citado nos trabalhos de SOUZA (2000) e GIRALDI (2005), isso ocorre apenas nas primeiras páginas, sendo que, a seguir, há um retorno a um discurso neutro, objetivo, que se afasta da linguagem comum. Dessa maneira, após as palavras iniciais, dar-se-á lugar não mais à aproximação com a linguagem comum ao cotidiano do estudante, mas a autoridade do autor/texto e da ciência a que este se refere.

Quando no livro didático são utilizadas expressões como "quando observamos", assim como no enunciado destacado acima, há uma busca pela aproximação do leitor com os procedimentos científicos, ou seja, com a observação de "células eucariotas em processo de divisão". Por sua vez, esse procedimento é realizado em condições de produção específicas da Ciência, mais precisamente em laboratórios equipados com microscópios, possuindo uma intencionalidade determinada: o estudo e compreensão da Biologia da célula. Nesse sentido, ao dizer "quando observamos" (sujeito oculto "nós"), há uma filiação à posição-cientista, visto que não são todas as pessoas que podem realizar observações em microscópios.

Com base no exposto, podemos dizer que se caracterizam no texto do livro didático duas tipologias discursivas com caráter de autoridade e que influenciam, em alguma medida, na relação do aluno com o conhecimento: o discurso pedagógico

e o discurso científico. Além disso, entendemos que esses discursos circulam e são comuns a distintas esferas sociais.

A seguir, explicitamos alguns exemplos encontrados no livro didático e que referem-se ao discurso pedagógico:

No capítulo 13, vamos estudar a estrutura dos ácidos nucleicos e ver também como essas moléculas, em interação com outros sistemas de controle, orientam a síntese de proteínas na célula (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 61).

No entanto, como veremos no terceiro volume, para que um embrião do sexo masculino se desenvolva, é necessário a presença de um gene específico no cromossomo Y, o que pode não ocorrer (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 58).

Em geral, nas fêmeas eles são idênticos; nos machos, um dos cromossomos é idêntico ao das fêmeas, e o outro é diferente. Reveja a figura 15.4 no capítulo anterior (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 187).

Nesses enunciados há algumas regularidades interessantes de serem destacadas. Ao serem mencionados termos como “vamos estudar”, “como veremos” ou “Reveja a figura”, chama-se a atenção dos possíveis leitores (os alunos) para temas que serão ou que foram estudados. Esse movimento discursivo realiza-se de forma similar ao modo como um professor comumente age durante uma aula. Essa estratégia didática, a qual entendemos como a “forma” utilizada pelo sujeito-autor para enunciar, tem como intuito que o aluno possa se familiarizar com uma dada questão e, conseqüentemente, estabelecer relações entre os conteúdos que o professor, em sua posição de educador, julga como sendo necessários para uma efetiva aprendizagem. Nesse sentido, ao filiar-se à posição-professor, a relação autor/texto assume, por meio do discurso pedagógico, uma posição de autoridade, direcionando, assim, os possíveis efeitos de sentido que serão produzidos.

Ao assumir-se uma posição-professor por meio da articulação de enunciados que apontam para aquilo que será aprendido pelo aluno e de outros

enunciados que indicam aquilo que o discente já deve saber para estar apto a dar continuidade aos estudos, outras duas noções emergem em potencial para contribuir com as discussões de interesse. Trata-se, das noções de completude e de silêncio. Sobre a primeira noção, a de completude, entendemos que, ao deixar subentendido que se faz necessário que o aluno tenha compreendido o que já foi abordado anteriormente no livro didático, coloca-se a ideia de que o livro didático é completo, ou seja, ele possui tudo o que o aluno deve saber para construir as aprendizagens sobre um determinado conhecimento. GIRALDI (2005) faz observações similares ao apontar a relação completude/incompletude e pessoal/impessoal como algo comum em coleções didáticas por ela analisadas. Noutras palavras, no texto didático é comum a ideia de que é possível dizer tudo, bem como são frequentes os movimentos de aproximação da linguagem cotidiana para dialogar com o leitor, o que, como dissemos, não se mantém ao longo dos capítulos.

Sobre o silêncio, a nosso ver, a coleção didática analisada o traz principalmente em relação a um aspecto que consideramos crucial para a compreensão da construção do pensamento científico: ao longo do texto, há o apagamento de sujeitos e de percursos históricos que levaram à formulação de determinados conceitos científicos. Isso pode ser observado nos trechos a seguir: “Em 1750, alguns cientistas acreditavam na teoria da pré-formação” (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 13). “No início do século XIX, outra teoria ganhou força: a teoria da epigênese, formulada em 1759” (p. 13). Os trechos destacados apontam datas e teorias relacionadas à História da Ciência (respectivamente, a pré-formação e a epigênese). Porém, em ambos os casos, apagam-se sujeitos, não explicitando quem são os cientistas envolvidos na formulação dessas teorias. Trechos como esses são comuns ao longo da coleção didática analisada. Quando muito, no texto são apresentadas menções a cientistas como Darwin, Mendel, Lamarck, entre outros, conferindo uma aparente impressão de que esses sujeitos são os únicos responsáveis pela elaboração das teorias

às quais são vinculados (seleção natural, hereditariedade, lamarckismo etc.). Essa característica aponta para um tipo de funcionamento discursivo que remete à ideia de neutralidade, veracidade e hegemonização da Ciência, trabalhando-se no limiar de relações de forças e de silêncios que colocam a Ciência como algo que fala por si, em seu caráter de verdade, apagando assim sujeitos, dúvidas, incertezas e equívocos. Há, então, “[...] relações de poder que atravessam a Ciência e que dão a ela o aparente aspecto de neutralidade, objetividade e intangibilidade [...]” (MONTALVÃO NETO et al., 2021b p. 272).

O apagamento da história da ciência (e de seus atores) é comum em textos didáticos. Autores como SILVÉRIO, MAESTRELLI (2011) apontam que isso dificulta a compreensão crítica da construção do conhecimento. Consequentemente, ao não compreenderem a questão, torna-se ainda mais difícil o entendimento dos estudantes a respeito de questões relacionadas às inovações científicas e (bio)tecnológicas. Nessa relação, questionando o livro didático e o uso habitual de definições no âmbito do ensino, Almeida (2012, p.35) aponta que, em busca de ir ao encontro de mediações em sala de aula que possam levar ao discurso pedagógico autoritário, a história da ciência caracteriza-se como uma “[...] estratégia favorável ao exercício do discurso polêmico”.

Com base em ORLANDI (2007), compreendemos que “[...] o silêncio não fala, ele significa”, sendo possível “[...] compreender o sentido do silêncio por métodos de observação discursivos” (ORLANDI, 2007 p. 102). Nesse sentido, concordamos com o que é dito por ORLANDI (2007) quando a autora ressalta que não é possível dizer tudo. Porém, ao privilegiar-se determinados conteúdos em detrimento de outros não há apenas uma seleção de conteúdos. Há, também, a assunção de um posicionamento político.

Nesse limiar é preciso compreender que “[...] por trás da discussão sobre a seleção dos conteúdos temos um debate mais amplo que nos remete à relevância social, cultural e política do ensino de ciências” (NASCIMENTO, ALVETTI, 2006 p. 29). E,

como apontam MONTALVÃO NETO et al. (2021a p. 10), a escolha dos conteúdos nos livros didáticos relaciona-se “[...] a questões mercadológicas, a questões editoriais, às políticas públicas e aos documentos curriculares a ele relacionados”, sendo que o silenciamento de determinadas questões sócio-históricas nas coleções didáticas poderá implicar na estabilização de determinados efeitos de sentidos e na conseqüente impossibilidade de assunção de posicionamentos críticos por seus eventuais leitores. Em suma, ao serem priorizados determinados conteúdos, há o silenciamento de tantos outros conhecimentos no livro didático, os quais poderiam ser importantes para as relações de ensino-aprendizagem.

Além das questões relacionadas à história da ciência, entre os conteúdos silenciados no texto da coleção didática analisada estão as questões contemporâneas da Biologia, ou seja, relacionadas às tecnologias do DNA. Esses conteúdos são abordados apenas em algumas páginas do livro. Desse modo, com exceção de trechos que aparecem em alguns capítulos destinados à Biologia Celular e à Genética, em geral, os temas (bio)tecnológicos são apresentados em caixas de texto. Entretanto, consideramos que reduzir os temas contemporâneos da Biologia a poucas páginas ou a quadros explicativos, em especial naquilo que toca às tecnologias do DNA, pode produzir leituras menos interessantes do ponto de vista do que tem sido apontado nos últimos anos pelas pesquisas em Educação em Ciências (NASCIMENTO, MARTINS, 2005; XAVIER et al., 2006; MONTALVÃO NETO, ALMEIDA, 2020; entre outros).

Cabe pontuar que, entre as três tipologias discursivas destacadas neste estudo, aqui consideradas em suas relações com os diferentes mecanismos de linguagem que mobilizamos para a emergência de distintos gestos de leitura dos textos de uma coleção didática (silêncio, relações de força, relações de sentido, entre outros), entendemos que o discurso científico é aquele que se faz predominante ao longo dos textos analisados.

Também observamos que trechos como os destacados abaixo, com predominância de definições,

classificações, descrições, conceitos e terminologias, são majoritários ao longo do texto.

Já no grupo de vírus de RNA conhecidos como retrovírus (retro = atrás), esse ácido sintetiza uma molécula de DNA (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 24).

Apoiado em um grupo de ribossomos, chamado polirribossomo ou polissoma (polys = muito), o RNA comanda a sequência de aminoácidos da proteína (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 99).

Ao filiar-se principalmente ao discurso científico e em menor grau a outras tipologias discursivas, bem como ao explicitar determinados conceitos e não outros, podemos dizer que o texto do livro didático intenta produzir determinados efeitos de sentidos em seus interlocutores (leitor-aluno). Nessa relação, é necessário compreender que o conhecimento transposto para o livro didático possui uma natureza diferente do conhecimento científico. Isso porque, o conhecimento escolar relaciona-se a fatores éticos, sociais, políticos, ideológicos etc. (GIRALDI, 2010), que, por sua vez, determinam os currículos e, conseqüentemente, aquilo que deve ser ensinado. Todavia, apesar da predominância do discurso científico no texto da coleção didática analisada e do fato de que este discurso apresenta-se com vieses de neutralidade e objetividade, entendemos que não cabe desvalorizá-lo. Isso porque, ao discutirmos sobre o discurso científico, é necessário considerar que não se trata de qualquer discurso. Trata-se de um discurso situado historicamente e que tem um papel importante no processo de transformação social. Nesse sentido, POSSENTI (2009) e FOUCAULT (1978) apontam que o discurso científico se relaciona a uma determinada época e lugar, e compõe-se de um conjunto de discursos e práticas discursivas, articuladas às experiências sociais, as quais se repetem e estabilizam. Essas regularidades, posteriormente, (se) constituem (como) a Ciência.

Nesse sentido, entendemos que o discurso científico não deve ser relativizado a ponto de não haver verdade alguma. Defendemos que, em diferentes práticas

de leitura, em particular nos contextos escolares, é importante problematizá-lo, de modo que as construções sócio-históricas, as relações de forças e os sentidos hegemônicos sejam questionados. Com isso, pretendemos contribuir para a produção de outros gestos de interpretação e também para a assunção de posicionamentos críticos e reflexivos diante das questões (socio)científicas e (bio)tecnológicas.

Ademais, mesmo com muitas definições e classificações, há trechos do livro que buscam vincular as questões científicas e tecnológicas às questões sociais. Em linhas gerais, na coleção didática analisada, a abordagem de temas socialmente relevantes se refere à saúde pública e às questões socioeconômicas. Especificamente no que toca aos temas de Genética, podemos pontuar algumas questões relacionadas à temáticas como organismos transgênicos, aplicações da terapia gênica, clonagem de seres vivos, entre outros. Sobre essas temáticas discute-se, principalmente, as aplicações práticas das (bio)tecnologias na sociedade e as questões de saúde concernentes, conforme é exposto nos enunciados a seguir:

O conhecimento acumulado que temos hoje sobre os ácidos nucleicos nos permite identificar as alterações genéticas responsáveis por diversas doenças, analisar o grau de parentesco entre as espécies, transferir genes de uma espécie para outra, criando os chamados organismos transgênicos, identificar criminosos ou inocentar suspeitos, determinar paternidades – entre um número imenso de aplicações científicas e tecnológicas (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 171).

Com a clonagem, é possível gerar um rebanho inteiro a partir de um único animal que tenha alguma característica de interesse econômico [...]. Também pode ser possível clonar animais resistentes a doenças, como a febre aftosa ou o mal da vaca louca. Ou mesmo clonar animais em risco de extinção [...]. Outra aplicação é a produção de cópias de animais transgênicos, isto é, geneticamente modificados, portadores de genes de outros organismos (LINHARES, GEWANDSZNAJDER, 2013 p. 141).

Entendemos que esses enunciados fazem menções às tecnologias do DNA e a alguns aspectos socialmente relevantes correlacionados. Todavia, é preciso ponderar: é comum a difusão de ideias utilitaristas sobre ciência e tecnologia. Nesse sentido, observamos que nesses enunciados do livro didático ao mesmo tempo que são abordadas questões socio-científicas relacionadas às tecnologias do DNA, há uma visão tecnocrática, relacionada ao imaginário de “progresso”, que leva a uma perspectiva de determinismo tecnológico. Por sua vez, esse discurso determinista cria a aparente ilusão de que há uma relação proporcional, a partir da qual tem-se a ideia de que quanto mais ciência, mais haverá tecnologia e, conseqüentemente, maior será o bem-estar social (RAMOS, 2006).

Acreditamos que ao dar ênfase às técnicas genéticas sem explicações mais precisas a seu respeito, a ciência e a tecnologia podem parecer algo distante da população. Algumas questões a esse respeito são discutidas por MONTALVÃO NETO, ALMEIDA (2020), que, analisando um livro da mesma coleção didática, aprovado pelo PNLD de 2018, não apenas apontam para a manutenção de regularidades discursivas similares entre as duas edições (2015 e 2018), como também destacam o fato de que as questões (bio)tecnológicas centram-se em apenas um capítulo. Outrossim, constatou-se que, por vezes, as discussões sobre as técnicas a elas relacionadas não são aprofundadas, o que leva a certos silenciamentos. Destarte, ao não dizer determinadas coisas sobre as tecnológicas do DNA, evitando assim explicações mais profundas a seu respeito, poder-se-á abrir margens para que o leitor compreenda que a tomada de decisões a seu respeito fica apenas a cargo de especialistas.

4. Considerações finais

Analisando a coleção didática objeto desse estudo, observamos algumas regularidades discursivas. Com base nas três tipologias discursivas destacadas (discurso cotidiano, discurso pedagógico e discurso científico), apontamos que a forma como os

conteúdos são apresentados no livro didático ora aproxima o interlocutor (leitor-aluno) por meio de aspectos de informalidade (discurso cotidiano); ora distanciam-no, de modo a estabilizar/direcionar a produção de possíveis efeitos de sentidos. Isso ocorre principalmente quando há filiação do texto ao caráter autoritário, o qual demarca-se sob os moldes dos discursos científico e pedagógico.

Entendemos que esses discursos com caráter de autoridade encontrados nos textos da coleção didática analisada corroboram para a produção de aspectos de neutralidade e de objetividade científica. Isso ocorre, inclusive, em relação ao silenciamento existente nesses textos de questões sócio-históricas e sociocientíficas consideradas como relevantes para a produção de gestos de leitura mais crítico-reflexivos, isso considerando o ponto de vista da pesquisa em Ensino de Ciências.

Não obstante, com as análises realizadas observamos o silenciamento de questões contemporâneas da Biologia, principalmente no que toca às (bio)tecnologias do DNA. Compreendemos que problematizar questões atuais da Biologia, principalmente relativas à Biotecnologia e à Biologia Molecular, é algo fundamental para a compreensão do mundo que habitamos e para a formação de sujeitos críticos, que possuam autonomia para a tomada de decisões conscientes. Isso porque, aquilo que se fala e como se fala produz diferentes efeitos de sentidos. Destarte, considerando que o livro didático, muitas vezes, prioriza determinados conteúdos em detrimento de outros, silenciando-os; e compreendendo ainda que há uma certa neutralidade e objetividade científica na forma como são apresentados os conteúdos; entendemos que há a necessidade de um (re) pensar sobre as relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Por conseguinte, essas relações materializam-se no livro didático sob diferentes formas e também para além dele.

Com isso, apontamos para a necessidade de abrir-se margens para a relativização de discursos autoritários. Também apontamos para a importância de serem abordadas questões sociocientíficas relacionadas às tecnologias do DNA em todo o texto do

livro didático, e não apenas em poucas páginas ou em caixas de texto dispostas ao final dos capítulos. Todavia, compreendemos que as políticas que envolvem a produção/circulação dos livros didáticos perpassam por amplos aspectos mercadológicos e políticos. Por isso, apontamos para as potencialidades do uso de outras fontes textuais em possíveis trabalhos de leitura que venham a ser realizados em sala de aula.

Por fim, apontamos que outros trabalhos, teóricos, analíticos e/ou empíricos são necessários para que se possa abrir margens a estratégias didáticas diferentes das usuais. Outrossim, defendemos a necessidade da realização de outras pesquisas que busquem compreender a produção de efeitos de sentidos a partir de diferentes condições de produção de leitura que possam ser estabelecidas em sala de aula. Esse direcionamento pode ser interessante para a produção de efeitos de sentidos outros, os quais consideramos como relevantes a uma perspectiva crítico-reflexiva no Ensino de Ciências e de Biologia.

5. Referencias

- ALMEIDA, M. J. M. P. Discurso pedagógico e formação de professores das ciências da natureza: foco no professor de física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 5, n. 2, pp. 29-41. 2012.
- ANJOS, C. R. **Educação problematizadora no Ensino de Biologia com a clonagem como temática**. 182 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 2005.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Contraponto. Rio de Janeiro, RJ: Brasil. 1996.
- CASSIANI, S.; GIRALDI, P. M.; VON LINSINGEN, I. É possível propor a formação de leitores nas disciplinas de Ciências Naturais? **Educação: Teoria e Prática**, Rio Claro, v. 22, n. 40, pp. 43-61. 2012.
- CORACINI, M. J. **Um fazer persuasivo: O discurso subjetivo da ciência**. Pontes. São Paulo, SP: Brasil. 1991.
- CORACINI, M. J. **Interpretação, Autoria e Legitimação do Livro Didático**. 1ª. ed. Pontes. São Paulo, SP: Brasil. 1999.
- FOUCAULT, M. **História da Loucura na Idade Clássica**. Perspectiva. São Paulo, SP: Brasil. 1978.
- GALIETA, T. Análise de discurso de textos do livro didático e de divulgação científica: caracterizando formações discursivas. In: ATAS DO XIX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, pp. 1-8. Águas de Lindóia, SP, 2013.
- GIRALDI, P. M. **Linguagem em textos didáticos de ciologia: Investigando o uso de analogias**. 137 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 2005.
- GIRALDI, P. M. **Leitura e escrita no ensino de ciências: espaços para produção de autoria**. 350 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 2010.
- GOLDBACH, T.; BEDOR, P. B. A. Estão os livros didáticos de Biologia incorporando questões provindas do campo da pesquisa em ensino da área, como no caso do ensino de genética? In: ATAS DO VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, pp. 1-12. Campinas, SP. 2011.
- GOLDBACH, T.; SARDINHA, R.; DYZARS, F.; FONSECA, M. Problemas e desafios para o ensino de genética e temas afins no Ensino Médio: dos levantamentos aos resultados de um grupo focal. In: ATAS DO VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, pp. 1-10. Florianópolis, SC. 2009.
- LINHARES, S. V.; GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia Hoje**. Vol. 1, 2, 3, 2ª. ed. Ática. São Paulo, SP: Brasil. 2013.
- MARÍN, G. R. B.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores de aprendizagem sobre sistemas sanguíneos. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 16, n. 2, pp. 364-381. 2021.
- MARTINS, I. Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. **Pro-Posições**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 117-136. 2016.

- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, pp. 147-157. 2003.
- MONTALVÃO NETO, A. L. **Discursos de Genética em Livro Didático: Implicações para o Ensino de Biologia**. 209 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 2016.
- MONTALVÃO NETO, A. L.; ALMEIDA, M. J. P. M. Possíveis efeitos de sentido na leitura sobre biotecnologia presente num livro didático. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 11, pp. 1-30. 2020.
- MONTALVÃO NETO; A. L., MIGUEL, K.; GIRALDI, P. M. Paradigmas, hipóteses e descobertas: O Ensino de Biologia e as Leis de Mendel. In: ATAS DO X ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, pp. 1-8. Águas de Lindóia, SP. 2015.
- MONTALVÃO NETO, A. L.; MIGUEL, K. S.; JUSTINA, L. A. D. Sobre o não-lugar da genética de populações. **Revista Insignare Scientia**, Chapecó, v. 4, n. 3, pp. 3-21. 2021a.
- MONTALVÃO NETO, A. L.; SILVA FILHO, J. G.; FERREIRA, M. L. A. B.; ROCHA, G. G. S.; MIGUEL, K. S. Para pensar o discurso científico a partir da sétima arte: apontamos epistemológicos e outras reflexões sobre a Educação em Ciências. In: SANTANA, W. K. F.; SILVEIRA, É. L. (Orgs.). **Educação, Linguagens e Ensino: saberes Interconstitutivos**. 1ª. ed., v. 2. Pedro & João Editores. São Carlos, SP: Brasil. 2021b. pp. 263-284.
- NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no Ensino de Biologia e Física. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. 1, pp. 29-39. 2006.
- NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. O Texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, pp. 255-278. 2005.
- ORLANDI, E. P. **A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso**. Brasiliense. São Paulo, SP: Brasil. 1983.
- ORLANDI, E. P. Discurso, imaginário social e conhecimento. **Em Aberto**, Brasília, v. 14, n. 61, pp. 53-59. 1994.
- ORLANDI, E. P. **Análise de Discurso: princípios e procedimentos**. 4ª. ed. Pontes. Campinas, SP: Brasil. 2002.
- ORLANDI, E. P. Michel Pêcheux e a Análise de Discurso. **Estudos da Linguagem**, Belo Horizonte, n. 1, pp. 9-13. 2005.
- ORLANDI, E. P. **As formas do silêncio: no movimento dos sentidos**. Editora da UNICAMP. Campinas, SP: Brasil. 2007.
- PÊCHEUX, M. **O discurso: estrutura ou acontecimento**. 4ª. ed. Pontes. Campinas, SP: Brasil. 1990.
- PÊCHEUX, M. **Semântica e Discurso: uma crítica à afirmação do óbvio**. Editora da UNICAMP. Campinas, SP: Brasil. 1995.
- POSSENTI, S. **Os limites do discurso: ensaios sobre discurso e sujeito**. Parábola Editorial. São Paulo, SP: Brasil. 2009.
- RAMOS, M. B. **Discursos sobre Ciência & Tecnologia no Jornal Nacional**. 144 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 2006.
- SARDINHA, R.; FONSECA, M.; GOLDBACH, T. O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética. In: ATAS DO VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, pp. 1-12. Florianópolis, SC. 2009.
- SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Revista Genética na Escola**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.
- SILVA, L. N.; MEGLHIORATTI, F. A. Análise de livros didáticos de Biologia em periódicos de ensino: o que trazem as pesquisas? **VIDYA**, Santa Maria, v. 40, n. 1, pp. 259-278. 2020.
- SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P. O conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética. In: ANAIS DO V ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, pp. 1-8. Londrina, PR. 2011.
- SOUZA, S. C. **Leitura e fotossíntese: proposta de ensino numa abordagem cultural**. 313 f. Tese de Doutorado.

Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. 2000.

TEIXEIRA, I. M.; SILVA, E. P. História da eugenia e ensino de genética. **História da Ciência – Construindo Interfaces**, São Paulo, v. 15, n. 1, pp. 63-80. 2017.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A Nova (Moderna) Biologia e a genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 3, pp. 275-289. 2006.





THE CURRICULAR SUPERVISED INTERNSHIP IN LICENSING CHEMISTRY COURSES: AN ANALYSIS IN THE DISSERTATIONS AND THESES PRODUCED IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL (2004-2020)

THE CURRICULAR SUPERVISED INTERNSHIP IN LICENSING CHEMISTRY COURSES: AN ANALYSIS IN THE DISSERTATIONS AND THESES PRODUCED IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL (2004-2020)

LA PRÁCTICA CURRICULAR SUPERVISADA EN CURSOS DE LICENCIATURA EN QUÍMICA: UN ANÁLISIS DE LAS DISERTACIONES Y TESIS PRODUCIDAS EN EL ESTADO DE RÍO GRANDE DEL SUR (2004-2020)

Francieli Martins Chibiaque^{✉*}, Fernando Icaro Jorge Cunha^{✉**},
Edward Frederico Castro Pessano^{✉***}

Cómo citar este artículo: Chibiaque, F. M., Cunha, F. I. J. y Pessano, E. F. (2023). Estágio Curricular Supervisionado nos Cursos de Licenciatura em Química: Uma análise nas Dissertações e Teses Produzidas no Estado do Rio Grande do Sul (2004-2020). *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 542-559. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19912>

Resumo

O presente estudo se caracteriza por uma investigação bibliográfica relacionada aos Estágios Curriculares Supervisionados em cursos de Licenciatura em Química, nos repositórios de dissertações e teses dos programas de pós-graduação *stricto sensu*, do estado do Rio Grande do Sul, avaliados na área de ensino. A pesquisa teve como objetivo identificar e analisar o que os pesquisadores da área de ensino do Rio Grande do Sul têm investigado sobre essa temática. A pesquisa assume uma abordagem qualitativa do tipo estado da arte e foi conduzida em cinco etapas, abrangendo o período de 2004 a 2020, desde a seleção até a análise dos dados. Este método de pesquisa é conhecido por Cienciometria, onde são analisadas produções específicas em delineamento qualitativo para discussão da ciência em cenários que podem fluir do âmbito educacional, econômico ou social. Foram identificados cinco trabalhos, em três universidades distintas, que versam sobre o tema de interesse do estudo, especificamente o Ensino de Química. Os resultados indicam pesquisas que, em sua maioria, não apresentam o componente curricular como objeto principal de estudo, mas como um dos meios de investigação para outras questões relacionadas ao Ensino de Química nos cursos de

* Mestra em Educação em Ciências. Universidade Federal do Pampa, Brasil. francieli_dp@hotmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2325-8931>.

** Mestrando em Educação em Ciências. Universidade Federal do Pampa, Brasil. icaro729@gmail.com - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0064-4039>.

*** Doutor em Educação em Ciências. Docente Adjunto da Universidade Federal do Pampa, Brasil. edwardpessano@unipampa.edu.br - ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6322-6416>.

formação de professores, entretanto todas produções reconhecem o papel formativo do Estágio Curricular Supervisionado. Outrossim, o estudo revelou a necessidade de um olhar sensível para o exercício docente a partir da formação acadêmico-profissional, fomentando a articulação entre teoria e prática, visto que, esta relação propicia um entrelaçamento entre os aportes teóricos da academia universitária com a iniciação à docência em química na Educação Básica.

Palavras chave: Ensino de Ciências. Ensino de Química. Estado da arte. Cienciometria. *Stricto sensu*.

Abstract

The present study is characterized by a bibliographical investigation related to Supervised Curricular Internships in Chemistry Degree courses, in the repositories of dissertations and theses of *Stricto sensu* postgraduate programs, in the state of Rio Grande do Sul, evaluated in the teaching area. The research aimed to identify and analyze what researchers in the education area of Rio Grande do Sul have investigated on this topic. The research takes a state-of-the-art qualitative approach and was conducted in five stages, covering the period from 2004 to 2020, from selection to data analysis. This research method is known as Scientometrics, where specific productions are analyzed in a qualitative design to discuss science in scenarios that can flow from the educational, economic or social sphere. Five works were identified, in three different universities, that deal with the topic of interest of the study, specifically Chemistry Teaching. The results indicate research that, for the most part, does not present the curricular component as the main object of study, but as one of the means of investigation into other issues related to Chemistry Teaching in teacher training courses, however all productions recognize the formative role of the Supervised Curricular Internship. Furthermore, the study revealed the need for a sensitive look at the teaching practice based on academic-professional training, promoting the articulation between theory and practice, since this relationship provides an intertwining between the theoretical contributions of the university academy with the initiation of teaching chemistry in Basic Education.

Keywords: Science teaching. Chemistry teaching. State of art. Scientometrics; *Stricto sensu*.

Resumen

El presente estudio se caracteriza por una investigación bibliográfica relacionada con las *prácticas curriculares supervisadas* en cursos de Licenciatura en Química, en los repositorios de disertaciones y tesis de programas de posgrado *stricto sensu*, en el estado de Río Grande del Sur, evaluados en el área de enseñanza. La investigación tuvo como objetivo identificar y analizar lo que investigadores del área de educación de Río Grande del Sur han investigado sobre este tema. La investigación adopta un enfoque cualitativo de última generación y se realizó en cinco etapas, que abarcaron el periodo de 2004 a 2020, desde la selección hasta el análisis de los datos. Este método de investigación se conoce como *cienciometría*, donde se analizan producciones específicas en un diseño cualitativo para discutir la ciencia en escenarios que pueden fluir desde el ámbito educativo, económico o social. Se identificaron cinco trabajos, en tres universidades

diferentes, que abordan el tema de estudio, específicamente la Enseñanza de la Química. Los resultados indican investigaciones que, en su mayoría, no presentan el componente curricular como principal objeto de estudio, sino como uno de los medios de investigación de otros temas relacionados con la Enseñanza de la Química en los cursos de formación docente; sin embargo, todas las producciones reconocen el carácter formativo. Esto resalta la función de la *práctica curricular supervisada*. Además, el estudio reveló la necesidad de una mirada sensible a la práctica docente basada en la formación académico-profesional, promoviendo la articulación entre teoría y práctica, ya que esta relación proporciona un entrelazamiento entre los aportes teóricos de la academia universitaria con la iniciación a la Enseñanza de la Química en Educación Básica. **Palabras clave:** Enseñanza de las Ciencias, Enseñanza de la Química, estado del arte, ciencia-metría, *stricto sensu*.

1. Introdução

A ciência, na compreensão de MACIAS-CHAPULA (1998), é um amplo sistema social em que sua principal função é a produção e disseminação de conhecimentos. De acordo com DIAS, VILLANI, JUAREZ (2009) a Pesquisa brasileira, na área de Educação em Ciências, surgiu na década de 60 e se expandiu a partir da criação dos cursos de pós-graduação especializados, eventos e publicações da área. Já a constituição da área de Pesquisa em Ensino de Química no Brasil, teve seu início a partir de 1978 na Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), na qual inúmeros pesquisadores discutiram a importância e necessidade de abrir na comunidade química investigações e estudos direcionados para a área de ensino (SCHNESTZLER, 2002).

Nesse contexto, um dos aspectos que podemos considerar como fundamental no processo de formação dos novos professores de Química é o Estágio Curricular Supervisionado (ECS). Este componente é obrigatório nos currículos de cursos de licenciatura, com 400 horas mínimas, de acordo com a Resolução CNE/CP 2/2002, que estabelece as Diretrizes Nacionais Curriculares para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior no Brasil. (BRASIL, 2002). A resolução CNE/CP de 20 de novembro de 2019, em vigor, define novas diretrizes e institui a Base Nacional Comum para Formação Inicial de Professores da Educação Básica

(BNC-Formação) e mantém a obrigatoriedade dos estágios, bem como a carga horária de 400h.

Muitos autores que investigam o ECS, como campo de estudo, afirmam ser esse o principal eixo articulador entre as Instituições de Ensino Superior (IES) e as escolas de Educação Básica. Segundo PIMENTA e LIMA (2012) “considerar o estágio como campo de conhecimento significa atribuir-lhe um estatuto epistemológico que supere sua tradicional redução à atividade prática instrumental” (p. 29). Corroborando CALDERANO (2012) ao definir o estágio como um “período intenso de articulação entre ação e reflexão pedagógicas, envolvendo os licenciandos, professores formadores dos cursos de licenciatura e profissionais das escolas” (p. 249).

Nesse sentido, questiona-se o que os pesquisadores da região sul do RS têm investigado sobre os Estágios Curriculares Supervisionados nos cursos de Licenciaturas em Química? Para responder a essa questão delimitou-se como objetivo deste estudo identificar e analisar o que os pesquisadores da área de ensino do RS têm investigado sobre o Estágio Curricular Supervisionado (ECS). Nesse contexto, o *corpus* de análise foi delimitado com base nas dissertações de mestrado e teses de doutorado produzidas em programas de pós-graduação (PPGs) *stricto sensu*, avaliados na área de Ensino da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no período de 2004 a 2020. Pretende-se com isso, mapear e compreender o atual cenário

da produção acadêmica em Ensino de Química da região, proporcionando uma visão panorâmica da produção acadêmica e auxiliando na divulgação científica.

A investigação foi organizada em quatro seções: inicialmente, situamos as considerações iniciais, o enfoque e o objetivo principal do estudo. A segunda seção relata a metodologia desenvolvida para a realização da investigação nas dissertações de mestrado e teses de doutorado nos PPG no estado do RS. Em seguida, traz uma seção de apresentação, em que explicita os critérios de inclusão e exclusão das produções, e análise das produções selecionadas, traçando um panorama com as diferentes formas que as pesquisas investigam o Estágio e sua relação com a formação de professores de química. A quarta e última seção refere-se às considerações finais, elaboradas a partir da análise realizada, apontando as principais contribuições e limitações sobre o tema.

2. Metodologia

O presente estudo, segue os pressupostos da pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, do tipo estado da arte. Para GIL (2008) a Pesquisa Bibliográfica “utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de matérias que não receberam ainda um tratamento analítico” (GIL, 2008 p. 51). BOCCATO (2006) aponta que as pesquisas bibliográficas trazem “subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica” (p. 266).

De acordo com FERREIRA (2002) as pesquisas definidas como estado da arte ou estado do conhecimento trazem em comum o desafio de mapear e discutir produções acadêmicas em diferentes campos do conhecimento. Também são reconhecidas por sua metodologia de caráter inventariante e descritivo de produções acadêmicas e científicas, sobre o tema que se pretende estudar, por meio de categorias que caracterizam os trabalhos em sua singularidade e no conjunto deles, sob determinado fenômeno investigado.

Propõe-se a responder aspectos e dimensões que vêm sendo estudados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, e de que forma são produzidos. Os materiais investigados podem ser teses, dissertações, artigos publicados em periódicos e/ou comunicações em anais de eventos (FERREIRA, 2002 p. 258).

Nesta investigação, se adotou o estado da arte como metodologia descritiva de caráter inventariante da produção acadêmica, e como *corpus* de análise as dissertações de mestrado e teses de doutorado dos PPGs, *stricto sensu*, do estado do RS, avaliados na área de Ensino da CAPES, no período de 2004 a 2020. Desse modo, justifica-se a valia deste estudo por intermédio da Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, bem como, bem como, a resolução CNE/CP/2019 que versam acerca do estágio supervisionado nas licenciaturas (BRASIL, 2015; BRASIL, 2019). O delineamento deste estudo foi definido em cinco etapas, a saber:

- 1) identificação dos PPGs *stricto sensu* avaliados na área de Ensino da Capes;
- 2) busca sistemática das dissertações de mestrado e teses de doutorado nos repositórios digitais das instituições;
- 3) leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves utilizando o descritor ‘estágio’;
- 4) seleção e leitura na íntegra das produções sobre ECS em Licenciatura em Química;
- 5) sistematização e análise dos dados.

A primeira etapa realizada consistiu na consulta dos PPGs, por meio dos dados cadastrais da CAPES na Plataforma Sucupira. Os filtros utilizados foram: Área de Avaliação *Ensino*; Situação do Programa: *Em funcionamento*; Modalidade: *Acadêmico*; Região: *Sul*; UF: *Rio Grande do Sul*. A partir dos filtros seguimos o procedimento de busca dos websites de todos os programas registrados (CAPES, 2022).

Na segunda etapa foi realizada a busca sistematizada das dissertações e teses disponibilizadas nas plataformas digitais dos repositórios de cada um dos 10 PPGs. Alguns programas disponibilizavam as produções na própria página do PPG, outros direcionaram

para os repositórios institucionais digitais da respectiva IES, porém, independentemente de como o acesso era realizado, todos foram contabilizados. Nesta etapa não foi realizado um recorte temporal, a princípio, o que permitiu a possibilidade de mapear o objeto de estudo em todas as dissertações e teses produzidas desde o início de funcionamento dos PPGs até o ano de 2020.

Para a triagem inicial de busca dos estudos, na terceira etapa, foi realizada a leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves, com a utilização do descritor 'Estágio'. O filtro adotado, como critério de inclusão, foram as produções que contemplassem o descritor 'Estágio' no sentido do componente curricular em cursos de Licenciatura, não sendo selecionados os trabalhos que abrangem outro sentido da palavra ou que fossem de estágios da pós-graduação, bem como de outros cursos, exemplo: Enfermagem, Medicina, Direito, entre outros.

Para a quarta etapa, considerou-se a partir da leitura flutuante das produções filtradas inicialmente, a seleção dos estudos que são desenvolvidos em cursos de Licenciatura em Química, que é o foco desta investigação. Após a identificação e seleção das produções, realizou-se várias leituras na íntegra desses estudos, com o objetivo de estabelecer categorias de análise. Foram criadas quatro categorias, a saber: 1) apresentação dos estudos; 2) escopo dos estudos; 3) ações formativas desenvolvidas no Estágio Curricular Supervisionado; e 4) o Estágio Curricular Supervisionado como espaço de produção de material analítico.

A primeira categoria versa a identificação de dados bibliográficos, com informações presentes nas fichas catalográficas; a segunda apresenta as principais características que definem o escopo das pesquisas selecionadas. Já as duas últimas categorias foram definidas a partir das delimitações das temáticas identificadas, buscando estabelecer uma relação do estudo com o componente curricular de Estágio. Desta forma, possibilitou a realização de agrupamentos entre os focos em comum, e permitiu descrever, analisar e discutir seus resultados e contextos de pesquisas.

Dessa forma, os repositórios de dissertações e teses das universidades incluídas e identificadas nesta pesquisa podem ser acessados nos endereços eletrônicos referenciados (UFN, 2023; UFPEL, 2023; UFRGS, 2023, UFSM, 2023, ULBRA, 2023, UNIPAMPA, 2023, UNIVATES, 2023).

A seguir são apresentados os resultados decorrentes de cada etapa do desenvolvimento da presente investigação, bem como discussões a partir das categorias construídas.

3. Resultados e Discussão

Com a finalidade de compreender o que os pesquisadores da região sul do RS têm investigado sobre os ECS nos cursos de licenciaturas em química, foi realizado uma pesquisa bibliográfica, do tipo estado da arte nas Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado dos PPGs *stricto sensu*, avaliados na área de ensino da CAPES, no período de 2004 à 2020.

A partir do processo de mapeamento e critérios de inclusão e exclusão das trabalhos foi possível identificar cinco produções acadêmicas em nível de Pós-Graduação, sendo duas Dissertações de Mestrado e três Teses de Doutorado no programa interinstitucional de ampla associação Educação em Ciências Química da Vida e Saúde, nas instituições de ensino superior Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) nas cidades de Rio Grande, Porto Alegre e Santa Maria respectivamente, que apresentavam em seu texto um direcionamento e/ou discussão sobre os ECS nos cursos de formação de professores de Química.

Partindo como primeiro resultado obtido na etapa 1, podemos visualizar no Quadro 1, os dez PPGs encontrados, que são distribuídos em quatorze instituições e estão localizados em sete cidades. Este quadro apresenta esses programas em ordem cronológica do início das suas atividades, as Instituições de Ensino Superior (IES) à qual fazem parte e a cidade em que estão alocados.

Quadro 1. PPGs *stricto sensu* na área de avaliação ensino em funcionamento no estado do RS.

Ano	PPG	IES	Cidade
2001	Educação em Ciências e Matemática (PPGEDUCEM)	Pontifícia Universidade Católica do Brasil (PUC)	Porto Alegre
2002	Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM)	Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)	Canoas
2006	Ensino de Física (PPGENFIS)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Porto Alegre
2008	Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS)	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Porto Alegre
2008	Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS)	Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	Rio Grande
2008	Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS)	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	Santa Maria
2013	Educação Matemática e Ensino de Física (PPGEMEF)	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	Santa Maria
2013	Ensino (PPGE)	Fundação Vale do Taquari de Educação e Desenvolvimento Social (UNIVATES)	Lajeado
2014	Ensino de Ciências e Matemática (PPGEMF)	Universidade Franciscana	Santa Maria
2016	Mestrado de Ensino de Humanidades e Linguagens (MEHL)	Universidade Franciscana	Santa Maria
2016	Educação Matemática (PPGEMAT)	Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)	Pelotas
2017	Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS)	Universidade Federal do Pampa campus Uruguaiiana (UNIPAMPA)	Uruguaiiana
2017	Ensino de Matemática	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Porto Alegre
2019	Educação em Ciências (PPGEC)	Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	Rio Grande

Fonte: Autores.

De acordo com o Quadro 1 o PPGEDUCEM da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul data ser o mais antigo, como pode ser visto no quadro acima, com suas primeiras publicações no ano de 2004. Desta forma, a busca sistemática se caracterizou no período de 2004 a 2020. Cabe ressaltar que a discrepância entre os números de instituições e de PPGs ocorre devido a quatro universidades fazerem parte de um único programa de pós-graduação interinstitucional de ampla associação em Educação em Ciências: Químicas da Vida e Saúde, uma parceria dos departamentos de quatro universidades brasileiras do estado do RS: UFRGS, UFSM e UNIPAMPA (campus Uruguaiiana).

A seguir, na Tabela 1, apresenta-se o quantitativo de trabalhos encontrados como parte da segunda etapa desta pesquisa. São apresentadas todas as dissertações e teses disponibilizadas nos repositórios institucionais digitais de cada IES, conforme as informações abaixo.

É possível observar no quadro abaixo que os PPGEDUCEM (PUC) e PPGECIM (ULBRA), ambos de IES particulares, juntos somam 1/3 das publicações totais. Este dado está relacionado aos dois programas serem os pioneiros no estado do RS, da área avaliada em Ensino da CAPES. Também se resalta o número expressivo de produções das universidades públicas que contemplam a ampla associação PPGECQVS, pois juntas somam quase metade do total de publicações, levando em consideração as três IES que iniciaram suas atividades no ano de 2008 (UFRGS, FURG, UFSM).

Ao realizar, nesta terceira etapa, a busca sistemática nos repositórios institucionais dos PPGs *stricto sensu*, localizamos, de fato, um reduzido número de pesquisas no período focalizado. Após a leitura dos títulos, resumos e palavras-chaves das produções, de um total de 1843 disponibilizadas, apenas 22 abordam os Estágios Supervisionados em cursos de formação de professores. Dessas, 16 são dissertações de mestrado e 6 teses de doutorado, como mostrado no Quadro 2, logo abaixo, perfazendo apenas 1,19% do total das pesquisas disponibilizadas nos repositórios institucionais dos PPGs no período de 2004 a 2020.

Tabela 1. Número de Dissertações e Teses localizadas nos repositórios institucionais digitais das IES.

PPG	IES	Dissertações	Teses	Total
PPGEDUCEM	PUC	320	33	353
PPGECIM	ULBRA	261	57	318
PPGENFIS	UFRGS	35	27	62
PPGECQVS	UFRGS	207	145	352
PPGECQVS	FURG	137	91	228
PPGECQVS	UFSM	117	80	197
PPGEMEF	UFSM	58	0	58
PPGE	UNIVATES	73	2	75
PPGECIMAT	UFN	47	19	66
MEHL	UFN	53	0	53
PPGEMAT	UFPEL	33	0	33
PPGEMAT	UFRGS	32	0	32
PPGECQVS	UNIPAMPA	16	0	16
PPGEC	FURG	0	0	0
	Total	1389	454	1843

Fonte: Autores.

Quadro 2. Lista dos estudos no componente curricular Estágio Supervisionado em cursos de licenciatura.

PPG/ Universidade	Dissertação/ (Curso/ano)	Tese/ (Curso/ano)
PPGEDUCEM (PUC)	Licenciatura em Matemática (2005); Licenciatura em Biologia (2009); Licenciatura em Ciências Biológicas (2009)	----
PPGECIM (ULBRA)	Licenciatura em Matemática (2007); Licenciatura em Biologia (2008; 2009; 2016); Licenciatura em Ciências Biológicas (2016); Licenciatura Pedagogia (2009)	----
PPGECQVS (UFRGS)	Licenciatura em Matemática (2018)	Licenciatura em Química (2015); Licenciatura e Matemática (2016); Licenciatura em Ciências da Natureza (2018)
PPGECQVS (FURG)	Licenciatura em Matemática (2012); Licenciatura em Química (2013, 2018)	Licenciatura em Química (2016)
PPGECQVS (UFSM)	----	Licenciatura em Física (2016); Licenciatura em Química (2019)

Fonte: Autores.

Os estudos em nível de mestrado estão divididos nas áreas de Pedagogia (1) e Licenciaturas em: Química (2), Biologia e Ciências Biológicas (7), Matemática (4) e Física (1). Os em nível de doutorado fazem parte dos cursos de Licenciatura em: Química (3), Matemática (1), Física (1) e Ciências da Natureza (1). A partir da Tabela 2 se observa que a maior incidência de publicações sobre estágios é do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências (PPGECIM-ULBRA), e a área mais privilegiada com produções de mestrado é a de Ciências Biológicas, por meio dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e Licenciatura em Biologia. Em seguida, as áreas de Matemática em ambos os níveis e Química a nível de doutorado.

Na literatura o estudo de CALDERANO (2012), realizou um levantamento sobre o Estágio Curricular Supervisionado em dissertações de mestrado nos anos de 1998 a 2009 em programas de pós-graduação em Educação no portal de periódicos da CAPES, obteve como resultado apenas 38 produções dentre 1100 títulos pesquisados sobre formação de professores. A autora aponta para o pouco espaço e importância conferida à temática em grande parte das instituições e nos trabalhos acadêmicos.

Traçando um comparativo com os números de dissertações de mestrado que abordam a temática dos estágios supervisionados, encontrados na investigação de CALDERANO (2012) no Brasil (3,45%) e as encontradas no presente estudo para o estado do RS (1,15%), podemos evidenciar de maneira geral que, em média, a produção já demonstrava e segue demonstrando um número pouco expressivo no estado do RS.

Assim, passou-se para a quarta etapa, na qual após serem considerados apenas os estudos que se desenvolvem em cursos de Licenciatura em Química, se obteve para análise duas dissertações de mestrado e três teses de doutorado. A Figura 1 apresenta um fluxograma de seleção de estudos, elaborado pelos autores, adaptado de (SOARES, ENGERS, COPETTI, 2019), como forma de sintetizar todas as etapas realizadas no decorrer do desenvolvimento desta investigação até a seleção das cinco produções analisadas.

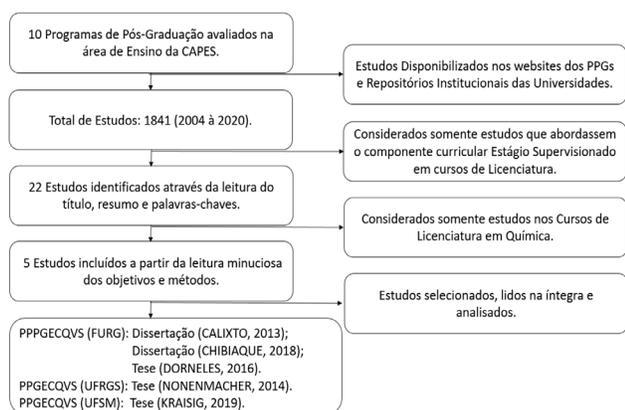


Figura 1. Fluxograma da seleção dos estudos.
Fonte: Autores, 2020.

Essas cinco produções estão distribuídas em três cidades do estado do RS, dentre as sete que contemplam os PPGs avaliados na área de Ensino, conforme pode ser observado na Figura 2 que apresenta o mapeamento destas produções no RS.

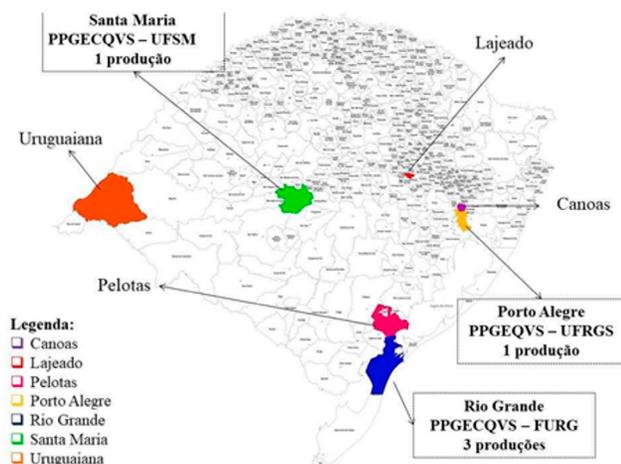


Figura 2. Mapa das Dissertações e Teses selecionadas no estado do RS.
Fonte: Autores, 2020.

Podemos observar na figura que estão representadas em colorido todas as sete cidades que possuem PPGs avaliados na área de Ensino da Capes, por meio do mapa do Estado, destacando aqueles em que as produções foram selecionadas. As três instituições (UFRGS, FURG e UFSM) estão localizadas nas cidades de Porto Alegre, Rio Grande e Santa Maria respectivamente, e são as que fazem parte

do programa interinstitucional de ampla associação PPGECQVS. Observou-se que da associação apenas a UNIPAMPA ainda não apresentou estudos sobre o ECS, e esse fato pode estar relacionado a sua recente inserção na ampla associação, pois iniciou suas atividades no ano de 2017 e conta apenas com 16 dissertações em seu repositório digital.

Com base na leitura do *corpus* da pesquisa efetuamos a categorização por meio da descrição e análise das produções, destacando sua identificação, objetivos e metodologias. Durante esse processo evidenciamos que o ECS não se caracterizou como objeto principal das investigações, porém as autoras discutem e defendem alguns aspectos desse componente curricular na formação de professores, o que amplia nossas reflexões sobre o ECS no Ensino de Química.

Traçamos, assim, uma forma de produzir dados relacionados ao nosso objeto de pesquisa, o Estágio Curricular Supervisionado realizado nos cursos de formação de professores de Química, conforme as quatro categorias de análise a seguir.

a. Categoria de Análise 1: Apresentação dos Estudos Selecionados

Nessa categoria apresentamos os dados catalográficos das cinco pesquisas selecionadas, de acordo com o Quadro 3, conforme segue abaixo.

Os estudos, em sua totalidade, são produzidos por pesquisadoras do gênero feminino e correspondem a publicações mais recentes se comparado com a data das primeiras publicações dos programas avaliados na área de ensino da CAPES, pois datam da última década, sendo um único estudo por ano desde 2013, com exceção dos anos de 2015 e 2017. Dos três estudos da FURG, dois são de uma mesma orientadora, um a nível de Mestrado (CALIXTO, 2013) e um a nível de Doutorado (DORNELES, 2016), e ambos estudos relacionam-se com o curso de Licenciatura em Química da Universidade, o estudo de CALIXTO (2013) embora não apresente o ECS em sua apresentação o relaciona com componente de monografia no decorrer da escrita. Os demais,

Quadro 3. Apresentação dos Estudos Seleccionados.

Autor(a)/Orientador(a)	Ano/Nível	IES	Título
Autora: Vivian dos Santos Calixto/ Orientadora: Maria do Carmo Galiazzi	2013/ Mest.	FURG	A disciplina de monografia como espaço de produzir experiências sobre a docência mediadas pela escrita e no coletivo: potência na formação de professores-pesquisadores
Autora: Sandra Elizabet Bazana Nonenmacher/ Orientador: José Cláudio Del Pino	2014/ Dout.	UFRGS	Contribuições da prática profissional integrada na formação inicial de professores
Autora: Aline Machado Dorneles/ Orientadora: Maria do Carmo Galiazzi	2016/ Dout.	FURG	Rodas de investigação narrativa na formação de professores de química: pontos bordados na partilha de experiências
Autora: Francieli Martins Chibiaque/ Orientadora: Jaqueline Ritter	2018/ Mest.	FURG	Videoformação de professores na licenciatura em química: uma ferramenta a ser compreendida e explorada
Autora: Ângela Renata Kraissig/ Orientadora: Maria Elisa Fortes Braibante	2019/ Dout.	UFSM	Formação acadêmico-profissional de licenciandos em química por meio de módulos de ensino sobre transformações químicas

Fonte: Autores. **Abreviaturas:** Mestrado: Mest; Doutorado: Dout.

embora uma das produções também seja da FURG, são de orientadores diferentes e em cursos diferentes. A partir dos dados apresentados no Quadro 2, identifica-se que a palavra 'Estágio' não aparece nos títulos e palavras-chaves, porém se entende que o estudo ocorreu nesse espaço ao realizar a leitura dos resumos e estudos na íntegra.

b. Categoria de Análise 2: Escopo dos Estudos Seleccionados

Nesta categoria de análise são expostas as principais características que definem o escopo das pesquisas selecionadas, sendo elas os objetivos gerais, as metodologias de produção de dados e metodologias de análise desses dados, como podemos observar a seguir no Quadro 4.

Quadro 4. Escopo dos Estudos Seleccionados.

Autor(a)/ano	Objetivo Geral	Coleta de dados	Método de análise
(CALIXTO, 2013)	Compreender a formação de professores-pesquisadores por meio das escritas produzidas no diário de pesquisa ao longo da disciplina de monografia.	Pesquisa Qualitativa Análise de diários de Pesquisa.	Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007).
(NONEN-MACHER, 2014)	Investigar como as Licenciaturas do IFFarroupilha contemplam a formação para currículos integrados, a partir do estudo de caso da Licenciatura em Química do IFFarroupilha-câmpus Panambi.	Pesquisa Qualitativa Estudo de Caso.	Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). Epistemologia de Fleck (2010).
(DORNELES, 2016)	Compreender o processo de investigação narrativa no desenvolvimento da experimentação em Rodas de Formação de professores de Química.	Pesquisa Qualitativa Investigação-Ação fundamentada na pesquisa narrativa.	Análise narrativa, fenomenologia e hermenêutica (CLANDDININ; CONNELLY, 2011).
(CHIBIAQUE, 2018)	Identificar e reconhecer como a ferramenta de gravação em vídeo de prática de microensino é concebida e explorada pelos professores que lecionam o estágio curricular supervisionado do Curso de Licenciatura em Química da Unipampa, campus Bagé.	Pesquisa Qualitativa Estudo de Caso.	Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007).
(KRAISSIG, 2019)	Analisar como o ensino e aprendizagem de transformações químicas vem sendo desenvolvido em publicações Nacionais, durante o período de 2008 a 2018; Detectar, por meio de instrumentos investigativos, a contribuição dos módulos de ensino sobre transformações químicas na formação acadêmico-profissional de licenciandos em Química.	Pesquisa Qualitativa: Pesquisa Bibliográfica; Aplicação e investigação de Módulos de Ensino.	Análise a partir de roteiro construído; Análise de Conteúdo (BARDIN, 1997); Análise do Discurso Pedagógico (BERNSTEIN, 2003).

Fonte: Autores.

Os cinco estudos selecionados, apresentados no quadro acima, contemplam três instituições do PPG interinstitucional Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde (PPGECQVS, como já mencionado, suas investigações abrangem quatro contextos de cursos de Licenciatura em Química distintos, FURG (CALIXTO, 2013; DORNELES, 2016), UFSM (KRAISIG, 2019), UNIPAMPA campus Bagé (CHIBIAQUE, 2018) e IFFarroupilha-Câmpus Panambi (NONENMACHER, 2014).

Quanto às metodologias de pesquisa todas apresentam uma abordagem qualitativa, sendo duas consideradas estudo de caso (NONENMACHER, 2014; CHIBIAQUE, 2018), uma investigação-ação fundamentada em pesquisa narrativa (DORNELES, 2016) e dois estudos não mencionam/classificam o tipo de pesquisa realizada (CALIXTO, 2013; KRAISIG, 2019). Os instrumentos de construção de dados foram: entrevistas semiestruturadas, questionários, narrativas e documentos como Projeto Pedagógico do Curso, diários de pesquisa, relatórios, planos de aula, mapas conceituais, entre outros, sendo que algumas pesquisas utilizam a conjugação de dois ou mais instrumentos.

A metodologia de análise mais recorrente foi a Análise Textual Discursiva de MORAES, GALIAZZI (2007), presente em três dos cinco estudos, seguido de uma ocorrência da Análise do Discurso de BARDIN (1997) a luz do referencial do Discurso Pedagógico de BERNSTEIN (2003) e uma Análise Narrativa nos pressupostos da fenomenologia e hermenêutica de CLANDDININ, CONNELLY (2011). Essas duas primeiras categorias apresentam, de forma sucinta, um panorama geral do que foi proposto nas pesquisas realizadas pelas autoras. A seguir, nas próximas duas categorias de análise, discutimos a inter-relação entre esses estudos com o ECS.

c. Categoria de Análise 3: Ações Formativas desenvolvidas no Estágio Curricular Supervisionado

Esta categoria aborda as três produções que tiveram como finalidade avaliar o uso de uma metodologia de ensino e seu desenvolvimento no processo de

formação de professores de química nos ECS (DORNELES, 2016; CHIBIAQUE, 2018; KRAISIG, 2019). DORNELES (2016), em sua tese de doutorado intitulada *Rodas de investigação narrativa na formação de professores de química: pontos bordados na partilha de experiências*, tem como questão de pesquisa: “O que é isso que mostra ao desenvolver a investigação narrativa da experimentação na formação de professores de Química?”. A autora realizou uma pesquisa de abordagem qualitativa sob os pressupostos da Investigação-Ação fundamentada nos aportes teóricos e metodológicos da pesquisa narrativa.

A investigação versa sobre as experiências pedagógicas de nove licenciandos do componente curricular Estágio Supervisionado II, do curso de Licenciatura em Química da FURG, dos anos de 2014 e 2015. Durante a construção do texto a autora relata, por meio das próprias narrativas, as experiências vivenciadas nos estágios enquanto aluna da graduação, e também na posição de professora, bem como as narrativas de uma outra professora com quem compartilha a docência. Para DORNELES (2016) os ECS “são espaços de formação profissional, por isso a importância de fazer dos encontros da disciplina, encontros de formação e investigação da nossa prática educativa” (p. 48).

Outro elemento presente na escrita é a trajetória curricular do curso, especialmente o contexto em que o estágio foi se modificando ao longo dos anos. Descreve principalmente as atividades que ocorrem no Estágio Supervisionado II, por ser o foco da sua investigação. Esse estágio é voltado à temática da experimentação, os licenciandos e professores estudam os experimentos no coletivo, em rodas, e após, cada licenciando realiza uma intervenção de ensino na escola de Educação Básica acompanhado por um professor tutor. Segundo DORNELES (2016) “a documentação narrativa das experiências pedagógicas é uma estratégia de trabalho colaborativo, centrada na investigação narrativa da própria prática profissional e nas experiências pedagógicas construídas no mundo escolar” (p. 54).

As narrativas produzidas pelos licenciandos foram analisadas a partir da construção de um conjunto de mônadas. Para a autora “as mônadas juntas exibem a capacidade de contar sobre um todo, [...] o mais importante as mônadas contam uma forma de existir com o outro, de partilhar o seu ser com o outro, o seu saber com o outro” (p. 61). A autora defende a importância e experiência das:

Rodas de Investigação Narrativa da experimentação na formação de professores de Química como possibilidade de construir e reconstruir o conhecimento químico, por meio das perguntas, saberes e experiências dos sujeitos ao vivenciar o fenômeno investigado, e assim favorecer a aprendizagem e a apropriação da linguagem Química (DORNELES, 2016 p. 103).

Segundo a autora, o componente curricular Estágio Supervisionado II proporcionou “a partilha de saberes, pensamentos e histórias” (*idem*), destacando a importância “da escrita narrativa na formação de professores como modo de fazer investigação, a partir de experiências de cada um, com um trabalho colaborativo e horizontal entre professores” (DORNELES, 2016 p. 105).

A dissertação de mestrado de CHIBIAQUE (2018) intitulada *Videoformação de professores na licenciatura em química: uma ferramenta a ser compreendida e explorada* traz como questão de pesquisa: “Com que propósito se defende a gravação de práticas de microensino no contexto dos estágios supervisionados? Que percepções e intenções movem os professores formadores?”.

A referida produção tratou-se de uma pesquisa qualitativa, na qual foi desenvolvida uma busca sistemática do tema gravações em áudio e/ou vídeo em práticas de microensino nos anais dos eventos ENEQ-Encontro Nacional de Ensino de Química (2010 a 2014), RASBQ-Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (2014 a 2016), e na revista QNesc-Química Nova na Escola (2014 a 2016). E evidenciou um pequeno número de investigações e discussões sobre “a temática de gravações de microensino, está relacionado a pouca utilização

atualmente desta prática, pautada em uma racionalidade prática, diferente do que se fez nas décadas de 60-70” (CHIBIAQUE, 2018 p. 22).

Posteriormente, realizou um estudo de caso a partir de análise documental do Projeto Pedagógico do Curso e Planos de Ensino dos Estágios Supervisionados de Licenciatura em Química da Unipampa e entrevistas semiestruturadas com quatro professores formadores de Estágio Supervisionado no ano de 2016. A fim de compreender suas intencionalidades ao desenvolverem a prática de videoformação de microensino. A autora realiza um resgate histórico descrevendo e caracterizando as duas práticas, bem como apresenta a organização curricular dos ECS do curso de Licenciatura em Química (UNIPAMPA), e todas as atividades desenvolvidas nos encontros presenciais desses componentes curriculares. Também relata sua experiência ao longo dos estágios enquanto licencianda e as vivências com as referidas práticas. Por meio da Análise Textual Discursiva de MORAES, GALIAZZI (2007), produziu três categorias: “Produção e uso da ferramenta de gravação microensino; Intencionalidades da Videoformação; Compreensões dos efeitos obtidos por meio do desenvolvimento da prática” (p. 85). Para a referida autora, a prática da videoformação pode ser utilizada como uma ferramenta técnica de mediação de microensino, e para que se cumpra o seu papel formativo e constitutivo na formação de professores é necessário que se tenha intencionalidades e objetivos definidos, pois “a partir da gravação surge o desafio maior que é o processo de análise, problematização e reflexão dessa prática, considerando os múltiplos aspectos complexos da docência” (p. 41). Desta forma, “para o ato de pensar e refletir sobre a aula planejada/realizada, é pertinente que os professores responsáveis pelo estágio possam mediar e orientar os licenciandos no decorrer do processo (p. 59). A autora entende o estágio como espaço privilegiado para a produção de saberes, por meio de problematizações, exploração e significação dos conteúdos teóricos em relação aos conhecimentos da prática, pois “competem possibilitar aos futuros professores vivenciarem e compreenderem a complexidade do

ato pedagógico promovendo habilidades da alçada profissional e social" (p. 30).

Os estudos de DORNELES (2016) e CHIBIAQUE (2018), embora sejam os dois do PPGEQVS da FURG, pesquisam contextos diferentes, Licenciatura em Química da FURG e UNIPAMPA respectivamente. Ambos pesquisam práticas realizadas nos próprios estágios, no âmbito teórico dos componentes curriculares. A primeira, como egressa do curso e professora do componente curricular, ao desenvolver um processo de investigação-ação, pesquisa uma prática realizada no Estágio Supervisionado II, acompanha duas turmas e desenvolve rodas de investigação narrativa sobre experimentação com os licenciandos, e a segunda, como egressa do curso de Licenciatura em Química, retorna ao curso realizando um estudo de caso sobre a prática denominada "videoformação" que é realizada nos quatro estágios supervisionados, por meio de análise de documentos e entrevistas semiestruturadas com os professores formadores.

A tese de doutorado de KRAISIG (2019) intitulada *Formação acadêmico-profissional de licenciandos em química por meio de módulos de ensino sobre transformações químicas* buscou respostas para as questões: "Como vem sendo desenvolvido o ensino e aprendizagem do tópico transformações químicas? Qual a influência dos módulos de ensino sobre transformações químicas na formação acadêmico-profissional?"

Para responder os questionamentos foram realizados vários movimentos de pesquisa de abordagem qualitativa, como uma pesquisa bibliográfica sobre o ensino e aprendizagem de transformações químicas nos Anais do evento EDEQ-Encontro de Debates de Ensino de Química e na revista QNEsc (ambos de 2008 a 2018) e questionários investigativos com professores de Química de escolas públicas e particulares de Santa Maria, no ano de 2017. Posteriormente realizou questionário investigativo com licenciandos dos componentes curriculares de Didática da Química II e Prática de Ensino de Ciências I do curso de Licenciatura em Química da UFSM, no ano de 2017.

No ano de 2018, desenvolveu dois Módulos de Ensino: 1) Formação Didático-pedagógica e 2) Abordagem do tópico de transformações químicas nos componentes curriculares de Práticas de Ensino I e Práticas de Ensino II, contemplando 18 encontros com 19 licenciandos. De acordo com a autora, as práticas de ensino são "disciplinas que tradicionalmente se destinam a orientar e supervisionar estágios" (KRAISIG, 2019 p. 49) no curso de Licenciatura em Química da UFSM, e ocorrem respectivamente no 7º e 8º semestre, realizados em turmas de ensino médio em escolas da Educação Básica. Segundo a autora, os estágios iniciam no 5º semestre e vão até o final do curso no 8º semestre, perfazendo um total de 420h.

Para a análise dos módulos, desenvolvidos nos estágios, foram aplicados vários outros instrumentos como: questionários investigativos, mapas conceituais, atividade descritivas, planos de aulas, aulas gravadas ministradas pelos licenciandos na Educação Básica e relatórios de estágios. Os instrumentos utilizados foram analisados pela Análise de Conteúdo de BARDIN (1977), já os planos de aulas e as aulas ministradas pelos licenciandos foram analisadas à luz do discurso pedagógico, com base nas regras discursivas, de BERNSTEIN (2003). Para essa análise a autora relacionou "os planos de aulas entregues pelos estagiários com a aula ministrada por eles (planejamento x ação)" (p. 193).

KRAISIG (2019) afirma que "momentos como estes são muito importantes nos cursos de licenciatura, pois o acadêmico consegue expor o que pensa, trocar ideias com os colegas, auxiliando assim, na sua formação acadêmico-profissional" (p. 217), e defende que a pesquisa realizada "foi imprescindível para uma melhor compreensão das metodologias de ensino, bem como o tópico de transformações químicas por parte dos acadêmicos" (p. 218), exercendo uma influência positiva na formação dos futuros docentes, pois buscavam "auxiliar na formação acadêmico-profissional dos licenciandos" e "tinham como propósito fornecer subsídios que os mesmos desempenham da melhor forma possível seu papel docente, tanto durante o período do estágio, quanto

depois de formados, durante o exercício da profissão docente” (p. 124).

Para KRAISIG (2019 p. 47):

O estágio configura-se como importante *locus* de construção dos saberes docentes tendo em vista sua característica como espaço de interlocução entre a Universidade e o contexto da Educação Básica. Sob este enfoque, ressalta-se que o desenvolvimento das atividades de estágio não deve se estabelecer em um único sentido, ou seja, da Universidade para a escola, mas em situações de troca que propiciam a construção dos saberes docentes de todos os envolvidos no processo estagiários, professor regente e professor formador. [...] permitem que os licenciandos compartilhem experiências da prática docente, reflitam sobre a própria prática, discutam aspectos conceituais, pedagógicos, etc.

De um modo geral, os três estudos revelam a importância dos ECS como espaço formativo nos cursos de formação de professores. Sobre este aspecto DAUANNY, LIMA, PIMENTA (2019 p. 5) apontam que “o estágio é uma atividade curricular chave para a concretização de um modelo formativo que melhor prepare o futuro professor para o enfrentamento das demandas da prática pedagógica”. Ainda segundo os pesquisadores, os licenciandos e professores, em atividades de estágio, têm a oportunidade de “refletir criticamente sobre esta realidade, de entender os seus determinantes, de compreender a complexidade das práticas institucionais e das ações aí praticadas e de construir alternativas para os problemas que aí se apresentam” (DAUANNY, LIMA, PIMENTA, 2019 p. 5).

Assim, os estudos apresentados mostram possibilidades para planejar e organizar ações formativas, por meio de metodologias de ensino diferenciadas, que favoreçam a produção e constituição dos saberes docentes ao longo do período de estudos em ECS. Com isso, concordamos com DAUANNY, LIMA, PIMENTA (2019) ao considerar o estágio como “espaço de produção de conhecimento sobre

a profissão docente, o que envolve teoria, prática, reflexão, produção de conhecimento sobre o professor e sua profissão” (p. 3).

d. Categoria de Análise 4: O ECS como produção de Material Analítico

Essa categoria de análise reúne as duas produções que, apesar de não serem realizadas no contexto do estágio, tinham como finalidade compreender o processo de formação utilizando materiais, como parte do *corpus* de suas análises, que foram produzidos pelos licenciandos que já haviam cursado ou estavam cursando os componentes de ECS. (CALIXTO, 2013; NONENMACHER, 2014).

No estudo realizado por Calixto (2013), que resultou na dissertação de mestrado intitulada *A disciplina de monografia como espaço de produzir experiências sobre a docência mediadas pela escrita e no coletivo: potência na formação de professores-pesquisadores*, a pesquisa foi norteadada pelo seguinte questionamento: “Como nos tornamos professores-pesquisadores ao desenvolver pesquisa na disciplina de monografia no curso de Química?”.

Para responder o questionamento, a referida autora realizou a análise de Diários de Pesquisa de dezessete licenciandos matriculados no componente curricular Monografia, no curso de Licenciatura em Química da FURG, do ano de 2010. A autora, ao contar sua trajetória acadêmica, relata as experiências no decorrer dos estágios e o uso do portfólio como elemento importante em sua constituição como professora de Química, e desta forma justifica a escolha, como aluna da pós-graduação e egressa do curso, por investigar as escritas produzidas por outros licenciandos ao vivenciarem esse contexto. CALIXTO (2013) afirma que a investigação ocorre no contexto de formação dos licenciandos, vivenciados em alguns componentes curriculares do curso como os ECS e a pesquisa na monografia.

A autora apresenta um tópico de estudo sobre os estágios supervisionados e sobre a organização curricular desse componente no curso de Licenciatura em Química da FURG. A partir das discussões

apresentadas pela autora, compreendemos que o estágio não é o objeto principal do estudo, mas assume papel de destaque em sua pesquisa, pois ocorre simultaneamente com o componente de monografia, e as temáticas pesquisadas pelos licenciandos, neste caso, estão diretamente relacionadas às suas vivências no decorrer dos estágios, conforme descreve CALIXTO (2013) “a maioria das temáticas trabalhadas pelos licenciandos orienta-se por um processo de indução, em que os mesmos partem da prática adquirida no estágio como meio de pensar e organizar a pesquisa” (p. 65).

Desta forma, “o estágio assume um papel importante no processo de pesquisa, proporcionando um momento de reflexão acerca da relevância das compreensões e questionamentos emergentes da sala de aula, na formação do pesquisador, e das articulações entre elas e as compreensões teóricas que produz” (p. 70). Para a autora essa experiência:

[...] produz novos significados relacionados à docência e nas relações estabelecidas entre o que pesquisam e o que aprendem com a escola. Podem, assim, tornarem-se professores-pesquisadores que transformam suas vivências de estágio em experiências relativas a ser professor. Nesse contexto, o estágio torna-se foco da pesquisa e alternativa para minimizar ansiedades. (CALIXTO, 2013 p. 75).

A partir da Análise Textual Discursiva (ATD) a autora chegou a três categorias

(1) A temática na pesquisa: a vivência dos estágios produzindo experiências sobre ser professor pesquisador; (2) A escrita como forma de constituir-se professor pesquisador: pensar a pesquisa a partir de si em si e dos outros em si e (3) Uma comunidade Aprendiz sobre fazer pesquisa em Educação Química (CALIXTO, 2013 p. 60).

Em sua pesquisa, a autora argumenta a favor de um “currículo vivenciado pelo licenciando durante o curso, complementado por espaços como os estágios, a pesquisa na monografia e a produção do

diário, contribui na constituição de professores-pesquisadores” (p. 37), possibilitando uma formação “permeada pela escrita e pelo diálogo no coletivo, fatores que repercutem na forma como esses professores percebem e compreendem a escola e as experiências decorrentes do trabalho na sala de aula” (p. 37). Nesse sentido, corrobora PIMENTA, LIMA (2012) ao considerar o estágio como atividade de pesquisa em que o “campo de conhecimento se produz na interação entre cursos de formação e o campo social no qual se desenvolvem as práticas educativas” (p. 29).

NONENMACHER (2014), em seu estudo de doutorado intitulado *Contribuições da prática profissional integrada na formação inicial de professores*, a investigação ocorreu a partir do seguinte questionamento: “Que conhecimentos de professores as Práticas Profissionais Integradas, desenvolvidas na Licenciatura em Química do Instituto Federal Farroupilha- câmpus Panambi proporcionam aos seus licenciandos?”.

Foi realizada uma pesquisa qualitativa, por meio de estudo de caso, que compreendeu duas etapas, em um exercício de produção e análise de dados articulados. Cabe ressaltar que a autora é professora de física do referido curso. A respeito das etapas, a primeira ocorreu por meio de análise do Projeto Pedagógico do referido curso e entrevista com professores e coordenadores do curso de Licenciatura em Química do IFFar câmpus Panambi, a fim de traçar uma retomada histórica do curso; e na segunda etapa realizou a análise de materiais dos Projetos Integradores, dos componentes curriculares Práticas Profissionais Integradas e Estágio II (realizado no ensino fundamental) nos anos de 2011 e 2012; bem como entrevistas semiestruturadas com licenciandos do 1º e 2º semestre. A autora buscou acompanhar as Práticas Profissionais Integradas (PPI) e identificar matizes de estilos de pensamento (FLECK, 2010) expressas por dez licenciandos em seu processo de constituição de professor investigativo e colaborativo.

A referida autora traz no decorrer do texto algumas discussões sobre os estágios supervisionados por

meio dos avanços na legislação e na grade curricular do curso, porém o foco do estudo são os componentes curriculares de Práticas Profissionais Integradas. O estágio aparece apenas como um dos instrumentos para produção dos dados, como os relatórios e artigos dos estágios, utilizados no desenvolvimento da pesquisa.

Para a avaliação dos dados, a autora utilizou a Análise Textual Discursiva de MORAES, GALIZAZZI (2007) e a epistemologia de FLECK (2010), apoiadas nas legislações vigentes para os cursos de formação de professores. Chegando a cinco categorias “1) Criação do Curso de Licenciatura; 2) Perfil profissional; 3) Estrutura Curricular e Organizacional do Curso; Integração Curricular; 5) Professor reflexivo e pesquisador” (NONENMACHER, 2014 p. 57).

A partir do estudo, a autora defende que os Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia podem se constituir em *lócus* diferenciado de formação de professores “ao ofertar num único câmpus o curso de Técnico e a Licenciatura em Química”. Esses, juntos, possibilitam “oportunidades de vivências e reflexão ímpar tanto para os professores formadores, como para os licenciandos” (p. 145). Também conclui que “os conhecimentos que estão sendo construídos pelos licenciandos, a partir das vivências proporcionadas pelas PPI, permitem identificar traços de formação que se aproximam da constituição do professor investigativo e colaborativo” (p. 155).

Os dois estudos são os primeiros que contemplam os Estágios Supervisionados em cursos de Licenciatura em Química, CALIXTO (2013) em nível de Dissertação e NONENMACHER (2018) em nível de Tese, ao utilizarem materiais desenvolvidos pelos licenciandos como instrumento na produção de dados na investigação sobre outros componentes curriculares. No caso de CALIXTO (2013), o componente curricular de monografia que ocorre concomitante a dois dos cinco estágios realizados no curso, e NONENMACHER (2014) os componentes curriculares de PPI que antecedem a experiência dos licenciandos nos estágios supervisionados. Porém, reconhece-se que ambos apresentam discussões a respeito do tema, o primeiro o reconhecendo como

espaço importante na constituição dos futuros professores de química e o segundo discutindo seus conceitos a partir da legislação.

Diante do exposto, ao construir as quatro categorias analíticas a partir da seleção, leitura e sistematização das produções, entendemos que os cinco estudos apontam o ECS como um processo fundamental na formação dos futuros professores de química. Todos caracterizam os componentes curriculares de Estágio Supervisionado, trazendo detalhes da sua estrutura na grade curricular dos cursos de Licenciatura, bem como suas cargas horárias em relação às legislações que eram vigentes no ano da pesquisa. Ou seja, todos os autores se preocupam em situar o leitor no contexto em que ocorre este componente curricular, e quatro desses (CALIXTO, 2013; DORNELES, 2016; CHIBIAQUE, 2018, KRAISIG, 2019) investigaram metodologias de ensino desenvolvidas nestes espaços. Assim concordamos com DAUANNY, LIMA, PIMENTA (2019) quando apontam que “o estágio, ao contrário da visão recorrente, não é atividade prática, mas teórica de conhecimento, fundamentação, diálogo e intervenção na realidade. É um dos componentes do currículo do curso de formação de professores, o qual prepara o futuro professor para o exercício da profissão docente (p. 5).

3. Considerações Finais

Os resultados indicam pesquisas que, em sua maioria, não apresentam o componente curricular como objeto principal de estudo, mas como um dos meios, seja o contexto ou materiais/instrumentos produzidos, de investigação para outras questões relacionadas ao Ensino de Química nos cursos de formação de professores, embora em todas as produções o papel do ECS é compreendido como espaço formativo fundamental nos cursos de formação de professores, por se constituir o elo principal entre universidades e a escola futuro campo de trabalho. A partir das produções compreendemos que a formação dos sujeitos tem ocorrido no sentido das práticas realizadas nos espaços escolares, mas principalmente nos momentos das aulas na universidade, ao

considerar os relatos realizados pelos licenciandos, sobre as vivências adquiridas na prática de forma a mediar e auxiliar o licenciando a pensar no ser professor, e começar a se ver como professor, como apontam as ações formativas, desenvolvidas por meio de metodologias de ensino. Neste contexto, estimulam a pesquisa, a reflexão sobre a ação e o desenvolvimento de saberes da docência, por meio de videoformação, pesquisa investigativa em rodas de experimentação; módulos de ensino sobre transformações química, e as escritas em portfólios das monografias quando investigam a própria prática dos licenciandos desenvolvidas nas escolas.

Tendo em vista que o ECS é obrigatório e de relevante importância nos cursos de formação de professores, o estudo nos indica a necessidade de pesquisas e aprofundamento teórico acerca da temática, no estado do Rio Grande do Sul, que sejam para além de práticas pontuais e específicas, mas que tenham o olhar para o viés do currículo desses componentes curriculares, a partir de questões sobre como vêm sendo efetuados, acompanhados e quais as concepções que sustentam os professores formadores ao planejar e desenvolver as ações formativas neste contexto. Assim, as possibilidades de ampliar as reflexões sobre o ECS, nos cursos de Licenciatura em Química, são importantes na identificação de fragilidades e práticas bem-sucedidas na formação de professores.

Portanto, o presente trabalho sugere a necessidade de investigações adicionais nas instituições de ensino superior, com o objetivo de aprofundar a compreensão do desenvolvimento dos ECS e sua influência na formação dos futuros professores de química. À vista disso, DE SOUZA et al. (2022) apontam a valia das pesquisas do *Stricto sensu* em oportunizar novas descobertas no Ensino de Ciências, contribuindo para o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem no Ensino de Ciências. Neste ínterim, ressaltamos que os estágios trilham os fundamentos da formação acadêmico-profissional, logo, tudo aquilo que é trabalhado nas licenciaturas/universidades é vivenciado no contexto escolar e suas interfaces na Educação Básica. Este trabalho não culmina

nestes resultados, entretanto, pretende-se investigar em estudos futuros a percepção de licenciandos em química sobre a importância dos estágios como instrumento de formação acadêmico-profissional.

4. Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. Lisboa: Portugal. 1977.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 19 de fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena de formação de professores da Educação Básica em nível superior**. Brasília. 2002. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=-159251-rcp002-02&category_slug=outubro-2020-pdf&Itemid=30192
- BERNSTEIN, B. A Pedagogização do Conhecimento: estudos sobre recontextualização. Tradução de Maria de Lourdes Soares e Vera Luiza Visockis Macedo. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 120, pp. 75-110. 2003.
- BRASIL. **Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada**. MEC. Brasília: Brasil. 2015. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=70431-res-cne-cp-002-03072015&Itemid=30192
- BRASIL. **Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação)**. Brasília. 2019. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192
- BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, São Paulo, v. 18,

- n. 3, pp. 265-274. 2006. Disponível em http://arquivos.cruzeirosuleducacional.edu.br/principal/old/revista_odontologia/pdf/setembro_dezembro_2006/metodologia_pesquisa_bibliografica.pdf
- CALDERANO, M. de A. Estágio Curricular: Formação inicial, trabalho docente e formação contínua. In: CALDERANO, M. da A. (Org). **Estágio Curricular: concepções, reflexões teórico-práticas e proposições**. Editora da UFJF. Juiz de Fora: Brasil. p. 9-20. 2012.
- CALIXTO, V. dos S. **A disciplina de Monografia como espaço de produzir experiências sobre a docência mediadas pela escrita no coletivo: potência na formação de professores-pesquisadores**. 118f. Dissertação, Mestrado em Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde, Rio Grande. 2013.
- CAPEIS. **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior**. Consulta de Programas de Pós-Graduação. 2022. <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/listaPrograma.jsf>
- CHIBIAQUE, F. M. **Videoformação de professores na Licenciatura em Química: uma ferramenta a ser compreendida e explorada**. 105f. Mestrado em Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde, Rio Grande. 2018.
- CLANDININ, D. J.; CONNELLY, F. M. **Pesquisa narrativa: experiência e história em pesquisa qualitativa**. Tradução: Grupo de Pesquisa Narrativa e Educação de Professores ILEEI/UFU. EDUFU. Uberlândia: Brasil. 2011.
- DAUANNY, E. B.; LIMA, M. S. L.; PIMENTA, S. G. A produção teórico-prática sobre o estágio na formação do professor-uma revisão crítica. **Revista Interdisciplinar Sular**, Minas Gerais, n. 3, pp. 1-18. 2019. <https://revista.uemg.br/index.php/sular/article/view/4274>
- DE SOUZA, D. V.; CUNHA, F. I.; CASTRO, L. R. B.; DINARDI, A. J. Biomas brasileiros: espaço ocupado como objeto de pesquisa em programas de pós-graduação científica. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 18, n. 1, pp. 114-133. 2022. <https://doi.org/10.14483/23464712.18938>
- DIAS, V.; VILLANI, A.; JUAREZ, V. A história e filosofia da ciência na pesquisa em ensino de ciências no Brasil: uma análise institucional. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, n. extra VIII, pp. 1664-1667. Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. 2009. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294075/382605>
- DORNELES, A. M. **Rodas de investigação narrativa na formação de professores de química: pontos bordados na partilha de experiências**. 113f. Doutorado em Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde, Rio Grande. 2016.
- FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, pp. 257-272. 2002. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302002000300013&lng=pt&tlng=pt
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Fabrefactum. Belo Horizonte: Brasil. 2010.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. Atlas. São Paulo: Brasil. 2008.
- KRAISIG, A. R. **Formação acadêmico-profissional de licenciados em química por meio de módulos de ensino sobre transformações químicas**. 341f. Doutorado em Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde, Santa Maria. 2019.
- MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciométrica e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 27, n. 2, pp. 134-140. 1998. <https://doi.org/10.1590/S0100-19651998000200005>
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual: discursiva**. 1. ed. Editora Unijuí. Ijuí: Brasil. 2007.
- NONENMACHER, S. E. B. **Contribuições da prática profissional integrada na formação inicial de professores**. 175f. Doutorado em Ensino de Ciências. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre. 2014.
- PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e docência**. Cortez Editora. São Paulo: Brasil. 2012.
- SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**,

- São Paulo, v. 25, n. 1, pp. 14-24. 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800004>
- SOARES, R. G.; ENGERS, P. B.; COPETTI, J. Formação docente e a utilização de metodologias ativas: uma análise de teses e dissertações. **Ensino & Pesquisa**, Paraná, v. 17, n. 3, pp. 105-121. 2019. <https://doi.org/10.33871/23594381.2019.17.3.2796>
- UFN. Universidade Franciscana **Biblioteca Digital de Teses e Dissertações**. 2023. <http://www.tede.ufn.edu.br:8080/handle/UFN-BDTD/279>
- UFPEL. Universidade Federal de Pelotas. **Repositório de Teses e Dissertações do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática**. 2023. <https://wp.ufpel.edu.br/ppgemat/defesas/>
- UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **LUME Repositório Digital – Teses e Dissertações**. 2023. <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1>
- UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. **Repositório Digital da UFSM (Manancial) - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD UFSM)**. 2023. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/25>
- ULBRA. Universidade Luterana do Brasil. **Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Teses e Dissertações**. 2023. <http://www.ppgecim.ulbra.br/teses/index.php/ppgecim/issue/archive>
- UNIPAMPA. Universidade Federal do Pampa. **Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - Dissertações e Teses**. 2023. <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/ppgeducacaociencias/dissertacoes-e-teses-2/>
- UNIVATES. Universidade do Vale do Taquari. **Programa de Pós Graduação em Ensino. Produções – Teses e Dissertações**. 2023. <https://www.univates.br/ppgensino/producoes>





FORMAÇÃO DOCENTE EM BIOLOGIA PARA INCLUSÃO DE ALUNOS SURDOS: INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM UM PLANEJAMENTO DIDÁTICO

BIOLOGY TEACHER TRAINING ABOUT THE INCLUSION OF DEAF STUDENTS: SIGNS OF MEANINGFUL LEARNING IN A DIDACTIC PLANNING

LA FORMACIÓN DOCENTE EN BIOLOGÍA SOBRE LA INCLUSIÓN DE ESTUDIANTES SORDOS: EVIDENCIAS DE APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS EN LA PLANIFICACIÓN DIDÁCTICA

Suelen Aparecida Felicetti^{✉*}, Irinéa de Lourdes Batista^{✉**}

Cómo citar este artículo: Felicetti, S. A. y Batista, I. L. (2023). Formação docente em Biologia para inclusão de alunos surdos: indícios de Aprendizagem Significativa em um planejamento didático. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 560-576. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.20186>

Resumen

Los conocimientos necesarios para enseñar Biología son variados y deben actualizarse constantemente, en una formación inicial y continua que sea de calidad. En este sentido, partimos de la siguiente situación problemática: a través del desarrollo teórico-metodológico de la formación docente en Biología, enfocada en contenidos científicos y aspectos de Educación Inclusiva para estudiantes sordos, ¿es posible promover aprendizajes significativos en relación con la inclusión? Nuestro objetivo fue analizar si estudiantes y docentes aprendieron significativamente sobre Educación Inclusiva para estudiantes sordos, luego de participar de una propuesta de formación teórico-metodológica en la que abordamos el contenido “estructura y función del ADN” de manera inclusiva. Para lograr este objetivo, planificamos y aplicamos una secuencia didáctica a 11 docentes y 3 estudiantes de pregrado del área, abordando los contenidos antes mencionados y buscando incluir a los estudiantes sordos antes mencionados. Al final, con base en lo abordado, solicitamos que se realice un plan didáctico de contenidos biológicos, considerando requisitos para la inclusión del público en cuestión. Los resultados mostraron una sistematización de los conocimientos esperados, ya que los registros estuvieron de acuerdo con lo trabajado, lo que es un indicio de aprendizaje significativo. Se presentaron elementos inclusivos asociados a la metodología y evaluación de la planificación. Así, inferimos que propuestas similares a esta potencian la Enseñanza de la Biología, porque se preparan para mediar contenidos específicos de manera consciente con el derecho que todos tienen a la educación. Argumentamos a favor de desarrollar otros

* Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Secretaria Municipal de Educação de Francisco Beltrão, Brasil. E-mail suelensmecfb@gmail.com – Orcid <https://orcid.org/0000-0003-1260-4154>.

** Doutora em Filosofia. Universidade Estadual de Londrina, Brasil. Email irinea@uel.com.br – ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8690-2344>.

procesos en los que los docentes puedan comprender aspectos teóricos y prácticos de Biología e inclusión, como una forma de llenar un vacío formativo relacionado con la educación de todos.

Palabras clave: Enseñanza de Biología, formación docente, Educación Inclusiva, estudiantes sordos.

Abstract

The knowledge required to teach Biology are varied, and must be constantly updated, in initial and continuous training, that are of quality. Based on this premise, we start from the following problem situation: through the theoretical-methodological development of teacher training in Biology, focused on scientific content and aspects of Inclusive Education for deaf students, is it possible to promote Meaningful Learning about the inclusion? We aimed to analyze if undergraduates and teachers learned significantly about Inclusive Education for deaf students, after participating in a theoretical-methodological training proposal, in which we addressed the content "structure and function of DNA" in an inclusive way. To achieve this objective, we planned and applied a Didactic Sequence to 11 teachers and 3 undergraduate students in the area, addressing the content, and seeking to include the deaf students. In the end, based on what was covered, we requested that a didactic plan for biological content be carried out, considering requirements for the inclusion of the public in question. The results showed systematization of the expected knowledge, as the records were in accordance with what we worked on, which is an indication of Meaningful Learning. Inclusive elements associated with the methodology and evaluation of planning were presented. Thus, we infer those proposals like this, enhance the Biology Teaching, because they prepare to mediate specific contents, in a conscious way with the right that everyone has to Education. We argue in favor of developing other processes in which teachers can understand theoretical and practical aspects of Biology and inclusion, as a way of filling a training gap related to everyone's education.

Keywords: Teaching Biology, teacher training, Inclusive education, deaf students.

Resumo

Os saberes necessários à docência em Biologia são variados e devem ser constantemente atualizados, em formações inicial e em serviço que sejam de qualidade. Com base em tal premissa, partimos da seguinte situação problema: por meio do desenvolvimento teórico-metodológico de formação docente em Biologia, focada em conteúdos científicos e em aspectos da Educação Inclusiva de estudantes surdos, é possível promover a Aprendizagem Significativa em relação à inclusão? Objetivamos analisar se licenciandos e professores aprenderam significativamente acerca da Educação Inclusiva de estudantes surdos, após participarem de uma proposta formativa teórico-metodológica em que abordamos o conteúdo "estrutura e função do DNA" de maneira inclusiva. Para atingir tal objetivo, planejamos e aplicamos uma Sequência Didática a 11 professores e 3 licenciandos da área, abordando o conteúdo citado e buscando incluir os referidos estudantes surdos. Ao final, com base no que foi abordado, solicitamos a realização de um planejamento didático de um conteúdo biológico, atendendo requisitos para a

inclusão do público em questão. Os resultados mostraram sistematização dos saberes esperados de acordo com o que trabalhamos, o que é um indício de Aprendizagem Significativa. Foram apresentados elementos inclusivos associados à metodologia e à avaliação dos planejamentos. Assim, inferimos que propostas similares a esta potencializam o Ensino de Biologia, porque preparam para mediar conteúdos específicos de maneira consciente com o direito que todos têm à Educação. Argumentamos em favor do desenvolvimento de outros processos em que docentes possam compreender aspectos teóricos e práticos de Biologia e da inclusão, como forma de preencher uma lacuna formativa relacionada a Educação de todos.

Palavras chave: Ensino de Biologia, formação docente, Educação Inclusiva, estudantes surdos.

1. Introdução

A Teoria da Aprendizagem Significativa pressupõe que a Aprendizagem Significativa ocorre sempre que novas informações são relacionadas de maneira não arbitrária e substantiva aos conhecimentos já assimilados nas estruturas cognitivas dos aprendizes, conhecidos como subsunçores. A ocorrência dessas relações depende de condições principais, de acordo com AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1980): disposição à aprender significativamente e existência de material de ensino potencialmente significativo.

Ao mediar o ensino com o objetivo de promover essa aprendizagem, é fundamental levar em consideração os princípios da Educação Inclusiva a qual, nesta pesquisa, é definida como a prática que acolhe todos os estudantes na escola comum e assegura a igualdade e a equidade educacional, de forma que se desenvolvam integralmente (MANTOAN, 2003; VITALIANO, 2013).

O conceito de equidade refere-se a considerar que incluir não significa oferecer as mesmas coisas a todos os estudantes; isso beneficia somente os que conseguem compreender e usufruir do que é oferecido. Significa considerar possibilidades a partir das necessidades de cada um, ou seja, propor instrumentos, recursos e serviços que conduzam a efetiva participação em igualdade de oportunidades (RODRIGUES, 2017).

Dentro do amplo contexto ao qual a Educação Inclusiva se direciona, estão contempladas as diversidades físicas, sociais, culturais, intelectuais, sensoriais, de gênero e outras que tenham implicações na formação dos sujeitos (AZEVEDO, 2023). Todas essas particularidades dos estudantes influenciam a ocorrência da Aprendizagem Significativa em Biologia. Mesmo reconhecendo as múltiplas realidades e demandas inclusivas, delimitamos os estudantes com deficiência como o público desta pesquisa. A pessoa com deficiência é "aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas" (BRASIL, 2015 p. 9). Os sujeitos são prejudicados nessa interação social, pela falta de acessibilidade, estigma, preconceito e discriminação, de forma que devemos compreender as deficiências, antes de tudo, como um fenômeno social. A diversidade, por outro lado, torna-se fonte de experiências, habilidades e perspectivas das pessoas.

São as escolas que devem ser adaptadas em termos estruturais, pedagógicos, curriculares etc., para atender a esses estudantes. Isso implica, por exemplo, em adaptações de estruturas físicas, como a construção de rampas de acesso, elevadores, carteiras adaptadas e bebedouros, e em adaptações pedagógicas, modificando a própria noção de Educação e suas

metodologias, bem como formando profissionais que atuem de maneira inclusiva (MANTOAN, 2003). Nesse contexto, a formação docente é compreendida como um período de construção e aprimoramento de saberes, contribuindo para a consolidação das identidades profissionais (IMBERNÓN, 2002). É crucial oferecê-la com qualidade, de forma que prepare para abordar conteúdos de Biologia de forma inclusiva, levando em consideração diversos contextos de ensino.

Assim, nesta pesquisa, questionamos se, por meio do desenvolvimento teórico-metodológico de formação docente em Biologia, focada em conteúdos científicos e aspectos da Educação Inclusiva de estudantes surdos, é possível promover a Aprendizagem Significativa em relação à inclusão.

O objetivo foi analisar se licenciandos e professores de Biologia aprenderam de maneira significativa sobre a Educação Inclusiva de estudantes surdos, após participarem de uma formação teórico-metodológica que abordou o conteúdo "estrutura e função do DNA" sob uma perspectiva inclusiva para esses estudantes.

Elaboramos uma Sequência Didática para o ensino do conteúdo "estrutura e função do DNA", buscando a Educação Inclusiva na perspectiva em questão. Oferecemos essa formação de curta duração a onze professores de Biologia e três licenciandos na área, que denominamos participantes. Encontramos bases para decodificar, analisar e discutir qualitativamente planejamentos didáticos produzidos nessa atividade formativa, tendo por base BARDIN (2016), bem como outros referenciais da área. A seguir, iniciamos apresentando uma compreensão teórica dos referenciais adotados.

2. A Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa enunciada na introdução, pode manifestar-se em três formas: superordenada, quando novos subsunçores incorporam outros mais específicos; subordinada, se eles são mais específicos que os antigos; e combinatória, no caso de as relações não seguirem nenhum dos

padrões anteriores, gerando novas estruturas de conhecimento (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980). Seja qual for a relação estabelecida, a existência de subsunçores é condição à aprendizagem e considerá-los é crucial antes de mediar o ensino, visto que eles podem ser concepções intuitivas, errôneas e alternativas, mutáveis, processuais e progressivas, que influenciam fortemente nos resultados (MOREIRA, 2021).

Além disso, é importante lembrar que disponibilizar materiais de ensino potencialmente significativos é uma das condições para promover a Aprendizagem Significativa. Esses materiais devem ser propostos pelos professores: a) evitando a arbitrariedade, ou seja, permitindo a compreensão com base em uma estrutura relacionável de maneira não arbitrária às ideias relevantes que os estudantes são capazes de aprender; b) buscando a substantividade, característica que permite que um símbolo ideacionalmente equivalente seja relacionado à estrutura cognitiva, sem alterações no significado (MOREIRA, MASINI, 2001).

A outra condição para a ocorrência da Aprendizagem, é que os estudantes se disponham a aprender significativamente. Ao considerar tal necessidade, de acordo com Lemos (2007), entende-se que existe uma parcela de responsabilidade impossível de ser assumida por sujeitos que não sejam os próprios aprendizes. Isso quer dizer que por mais que o professor queira ensinar e que o material de ensino seja potencialmente significativo, não ocorrerá a aprendizagem se não houver manifestação favorável para isso.

Respeitadas as referidas condições, conforme a Aprendizagem se desenrola, os conceitos e proposições evoluem e enriquecem nas estruturas cognitivas por meio de processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. O primeiro processo envolve a progressiva distinção entre os conceitos, indo dos mais amplos aos mais específicos, enquanto o segundo aborda o caminho oposto, começando pelas especificidades e alcançando uma compreensão abrangente. Outros princípios essenciais incluem:

a) A organização sequencial, que implica programar o conteúdo de ensino de maneira coesa, alinhada com a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa e de acordo com a natureza do conhecimento;

b) A captação de significados, a qual envolve a negociação entre professores e estudantes durante um processo prolongado. MOREIRA (2021), coloca que esses significados podem ser denotativos (se aceitos e compartilhados em determinados contextos, como uma matéria de ensino) e conotativos (se são de caráter pessoal); isso quer dizer que nenhuma captação de significados que ocorra no contexto educativo, exclui a atribuição de significados pessoais aos conceitos que estão sendo abordados.

c) A consolidação também desempenha um papel importante, buscando assegurar que os tópicos estudados sejam dominados antes de prosseguir com o currículo.

d) A recursividade entra em cena quando as tarefas de aprendizagem são revisadas para transformar incoerências e dúvidas em conhecimentos consolidados.

Respeitar os pressupostos apresentados até aqui, torna-se fundamental para promover a Aprendizagem Significativa, embora não garanta sua ocorrência. Em vez de buscar essas garantias, MOREIRA, MASINI (2001), sugerem a evidenciação de seus indícios, o que pode demandar o uso de instrumentos que revelem como ocorreu a compreensão de conceitos e a captação de significados, bem como a proposição de situações-problema que incentivem os estudantes a aplicarem seus conhecimentos em contextos novos, forçando-os a transformar subsunçores. A clareza, estabilidade cognitiva e diferenciação desses subsunçores são aspectos variáveis ao longo do tempo, de forma que é preciso considerar elementos subjetivos ao avaliar a ocorrência de aprendizagem. Assim, a Aprendizagem Significativa ocorre em um processo articulado, influenciado por condições

que podem ou não ser controladas, o que permite inferir que fatores afetivos desempenham um papel no processo e devem ser considerados. NOVAK (2010), destaca esses fatores, ao afirmar que os seres humanos vão além da cognição, envolvendo pensamentos, sentimentos e ações. Uma teoria de Educação completa deve levar em conta esses elementos, que, quando combinados, formam o significado da experiência. Logo, a ação de ensinar e aprender é mediada por diferentes representações do mesmo conhecimento, feitas pelos professores e estudantes, e trazidas pelos materiais de ensino, de forma que o evento educativo vai adquirindo identidade. Cinco elementos principais influenciam nesse processo: o aprendiz, o professor, o conhecimento, o contexto e a avaliação (NOVAK, 2010). A interdependência dos mesmos, influencia nas fases do ensino: de planejamento, no qual busca-se construir materiais potencialmente significativos, após fazer um diagnóstico do contexto, dos estudantes e dos conhecimentos envolvidos; de situação de ensino propriamente dita, na qual é crucial garantir a negociação e o compartilhamento de significados; e de avaliação, presente em todo o processo para indicar se os objetivos foram alcançados e se as estratégias e recursos adotados atenderam aos propósitos (LEMOS, 2007).

3. Formação de professores e Educação Inclusiva

Ser professor é comprometer-se com a mediação do conhecimento e ter a função de formar cidadãos em uma sociedade em constante evolução. Ser professor é um verbo que se (re)faz cotidianamente e implica assimilar saberes que ultrapassam os conhecimentos científicos.

Tais saberes, conforme TARDIF (2010), estão relacionados às identidades dos professores, suas experiências de vida, histórias profissionais, relacionamentos com estudantes em sala de aula e com outros atores escolares. Essas relações não se reduzem à simples transmissão de conhecimentos já constituídos; elas envolvem a integração deles, que se originam na

experiência e na formação profissional, bem como em seus conhecimentos disciplinares, curriculares e experienciais.

As autoras NOZI, VITALIANO (2019), conduziram uma pesquisa acerca dos saberes docentes necessários à Educação Inclusiva de estudantes com Necessidades Educacionais Especiais e identificaram alguns prioritários, associados às dimensões:

a) Atitudinal, pelos quais busca-se desenvolver atitudes em sala de aula, de valorização das diferenças e crença nas possibilidades de aprendizagem, se promovidos os estímulos adequados;

b) Procedimental, que abrangem às habilidades necessárias ao ensino;

c) Pessoal do professor, envolvendo suas características favoráveis à inclusão: refletir acerca da prática, ser crítico, ter autonomia, ser criativo e flexível e ter autoconhecimento;

d) Conceitual, contemplando os conhecimentos do campo teórico-científico dos professores: ter conhecimentos acerca das deficiências e das teorias de desenvolvimento humano e aprendizagem, conhecer a legislação, lutar pelos direitos dos estudantes etc.;

e) Contextual, os quais referem-se à compreensão das condições sócio-históricas que determinam a tarefa educativa, à responsabilidade político-social implícita e a dialogar com o contexto dos estudantes.

Compreender a complexidade desses saberes é fundamental para justificar a representatividade da formação de professores de Biologia para a inclusão. A seguir, examinamos alguns desses aspectos de complexidade:

a) A Educação Inclusiva, como princípio educacional respaldado por lei, promove a heterogeneidade na classe escolar como um estímulo à interação entre crianças com diversas situações pessoais (BEYER, 2006). No entanto, não basta ter uma série de

conquistas democráticas inclusivas registradas em marcos regulatórios para que elas se concretizem. É um equívoco pensar que os atores envolvidos na cena escolar simplesmente implementam o que é estabelecido na esfera legal, menos ainda se não estiverem preparados para isso do ponto de vista científico e pedagógico (FREITAS, 2022). Portanto, partindo da premissa de que todos têm direito à Educação, é fundamental oferecer, em primeiro lugar, uma formação que capacite os integrantes da escola a atuar em contextos inclusivos com sensibilidade à subjetividade dos estudantes.

b) A problematização das diferenças é necessária para compreender a diversidade à qual a Educação Inclusiva se direciona. Isso implica em conhecer os estudantes reais, compreender seus conhecimentos e considerar suas experiências em relação a desigualdades sociais, preconceitos, discriminações, abusos e violências. Discursos e práticas não devem se limitar a um apelo por respeito e tolerância (como se as diferenças fossem apenas para serem toleradas), mas precisam conduzir à consciência, promover engajamento político e pedagógico e evitar a homogeneização de sujeitos que estão longe de serem iguais (AZEVEDO, 2023). Ao problematizar esses aspectos, os professores influenciam diretamente na formação de cidadãos, especialmente no que diz respeito à construção de suas identidades, o que só pode ser cumprido de maneira eficaz se estiverem devidamente preparados, ou seja, se compreenderem os aspectos que precisam ser abordados.

c) Infelizmente, a busca pela igualdade em meio às diferenças ainda é altamente polêmica e gera opiniões controversas. Por isso, é essencial que os professores assimilem conhecimentos que os capacitem a reconhecer os desafios enfrentados no contexto do ensino inclusivo, como o preconceito social, a falta de conhecimento, a sensibilidade limitada em relação ao tema, a sobrecarga de trabalho e a falta de materiais adequados e espaços bem estruturados para atender às necessidades dos estudantes (BEYER, 2006). Na área de Biologia, por exemplo, ao incluir

estudantes surdos, muitas vezes faltam materiais para ensinar os conceitos, o que frequentemente requer que os professores construam aqueles que atendam suas demandas.

d) Apesar da diversidade de sujeitos que têm direito à Educação Inclusiva, no contexto escolar, a palavra "inclusão" está predominantemente relacionada à presença de crianças, jovens e adultos com deficiência e ao atendimento desses indivíduos (FREITAS, 2022). Estudantes com deficiências podem apresentar Necessidades Educacionais Especiais que os professores precisam conhecer, pois exigem estratégias pedagógicas, recursos, metodologias e adaptações curriculares de diferentes níveis (VITALIANO, 2013).

No caso dos estudantes surdos, a promoção da inclusão depende de diversos fatores, incluindo a compreensão da surdez para além das definições biológicas, abrangendo os conceitos de identidade, comunidade e cultura surda. Além disso, é essencial o respeito ao direito que eles têm à Libras como primeira língua, bem como o estabelecimento de parcerias sólidas entre o professor da turma e o intérprete; e a compreensão e aplicação de estratégias de ensino facilitadoras da aprendizagem (PIMENTA, 2017).

e) Práticas inclusivas no ensino de Biologia dependem da aplicação de estratégias de ensino facilitadoras da inclusão, entendidas conforme VIOTO, VITALIANO (2020), como meios que facilitam a inclusão de estudantes com Necessidades Educacionais Especiais. Entre essas estratégias, destacam-se: a aprendizagem colaborativa entre os estudantes, a seleção de materiais didáticos adequados para atender às necessidades e o estabelecimento de parcerias que auxiliem no planejamento e na gestão do tempo e do espaço para o desenvolvimento das atividades (VIOTO, VITALIANO, 2020).

No contexto da mediação do ensino em turmas que incluem estudantes surdos, essas estratégias são uma forma de valorizar a Língua Brasileira de Sinais

(Libras), bem como a cultura, identidade, comunidade e aprendizagem visual (LACERDA, SANTOS, CAETANO, 2011). Algumas delas, que enfatizam a percepção visual das informações, incluem a parceria com intérpretes de Libras para facilitar a mediação dos conteúdos biológicos, a utilização de textos com fontes e tamanhos adequados, a criação de cartazes e desenhos, a realização de atividades de exploração do ambiente, estudos de campo, jogos de tabuleiro, histórias em quadrinhos, experimentos científicos, maquetes, mapas, dicionários de Libras, softwares de comunicação e tradução, ferramentas de bate-papo online, jogos digitais, redes sociais, bibliotecas digitais e laboratórios virtuais.

Assim, devido à complexidade dos saberes necessários à docência em Biologia considerando os pressupostos da Educação Inclusiva, entendemos que a formação é crucial, pois auxilia os professores a compreender e adotar os princípios da inclusão, a refletir sobre aspectos da diversidade para além da tolerância, a enfrentar os desafios da mediação do ensino e a desenvolver estratégias pedagógicas que promovam a aprendizagem a todos os estudantes. Defendemos a integração desses temas em todos os componentes curriculares das licenciaturas e em programas de formação em serviço.

Esses são apenas alguns dos motivos que nos levam a afirmar que a formação é essencial para a assimilação de saberes docentes. Trata-se de uma maneira de configurar a profissão e fortalecer as identidades dos professores, ao potencializar a reflexão sobre ações e maneiras de aprimorar as práticas pedagógicas. De acordo com IMBERNÓN (2002), a formação proporciona atualização científica, didática e pedagógica; estimula a reflexão sobre mudanças e incertezas na Educação; promove a análise das características do ensino e da aprendizagem; e questiona as competências necessárias para superar práticas passivas e lidar com as singularidades dos contextos educacionais e dos sujeitos envolvidos. No que diz respeito à formação para a inclusão, VITALIANO (2013), identificam aspectos a serem melhorados, que incluem: a) aumentar a carga horária de disciplinas relacionadas ao assunto; b) enfatizar

metodologias específicas de ensino para cada tipo de deficiência, abordando aquilo que é característico, como os aspectos comportamentais dos estudantes e as adaptações curriculares necessárias ao ensino; c) realizar estágios supervisionados desde o início da formação inicial, de forma participativa, em diferentes situações escolares; d) ampliar o número de projetos de pesquisa e extensão relacionados às deficiências, que possam servir de apoio aos professores da Educação Básica e aos que estão em formação; e) qualificar formadores de professores que atuam em nível inicial; f) conhecer documentos, diretrizes e legislações educacionais, bem como acompanhá-los para garantir o seu cumprimento; g) incentivar a implementação de formações atualizadas voltadas para as deficiências. Assim, a profissão docente é complexa e reflete a complexidade da sociedade. Somente a formação profissional é capaz de preparar adequadamente os docentes para proceder com um ensino que busque potencializar a Aprendizagem Significativa.

4. Metodologia de pesquisa

Esta pesquisa é um recorte de um trabalho de doutorado, concluído em 2021 e vinculado à Universidade Estadual de Londrina (UEL). A proposta foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da UEL e aprovada com o parecer número 3.957.941. Além disso, foi avaliada por membros do grupo de pesquisa "Investigações em Filosofia e História da Ciência e Educação em Ciências e Matemática" (IFHIECEM), por uma professora surda que lecionava Libras em uma instituição privada em Londrina/PR e por uma professora de Ciências que atuava no Instituto Londrinense de Educação de Surdos (ILES). Todos os avaliadores deram parecer favorável à organização da pesquisa. Classificamos o recorte aqui apresentado, bem como toda a pesquisa, conforme BOGDAN, BIKLEN (2007), como qualitativo. Para compreender tal recorte, apresentamos a seguir como se deu o desenvolvimento geral do trabalho, de modo que as análises qualitativas façam sentido nas inferências realizadas no recorte.

Por meio do planejamento e implementação de uma Sequência Didática (ZABALA, 1998), proporcionamos formação de professores de Biologia, com foco no ensino inclusivo de um conteúdo biológico em turmas em que estivessem presentes estudantes surdos. Participaram 11 professores de Biologia e 3 licenciandos em Ciências Biológicas, todos do estado do Paraná, denominados de participantes P1, P2, ..., P14.

Em relação aos seus perfis: com exceção de P4, P5 e P7 (licenciandos), todos eram graduados em Ciências Biológicas. Desses, P2, P6, P8, P9, P10 e P12 não possuíam pós-graduação concluída. Quatro tinham Mestrado: P3 e P14 na área de Ensino de Ciências; e P1 e P11 em outras áreas do conhecimento. P14 também cursou pós-graduação em Libras/Português – tradução e interpretação. P3, P11, P13 e P14 estavam lecionando (apenas P11 na área de Biologia).

Baseamos a Sequência Didática nas três fases do ensino delineadas por LEMOS (2007):

a) Planejamento:

Planejamos a Sequência com o objetivo de ensino de abordar o conteúdo “estrutura e função do DNA” do ponto de vista inclusivo, considerando se tratar de uma sala de aula em que estivessem presentes estudantes surdos.

Quanto ao conteúdo biológico “estrutura e função do DNA”, durante o planejamento decidimos abordar: o modelo de dupla hélice do DNA com suas características – elementos químicos estruturais, nucleotídeos, bases nitrogenadas, ligações químicas, interações de hidrogênio; a importância dos genes; as regiões gênicas; os cromossomos; as regiões cromossômicas; as mutações genéticas e suas consequências; o papel do DNA no organismo.

No que se refere à Educação Inclusiva, planejamos abordar a partir de duas ações principais: a) discussão de alguns de seus pressupostos teóricos (MANTOAN, 2003; VITALIANO, 2013); b) incorporação de estratégias de ensino facilitadoras da

inclusão de estudantes surdos (VIOTO, VITALIANO, 2020), durante o ensino do conteúdo biológico. Entendemos a articulação entre teoria e prática como potencializadora da formação.

Dentre as estratégias de ensino para abordar o conteúdo biológico e contemplar critérios inclusivos de estudantes surdos, priorizamos aquelas relacionadas ao conteúdo e capazes de estimular a percepção das informações pelo sentido visual: utilização de vídeos com legendas em Língua Portuguesa e/ou Libras; sugestão de atividades experimentais; promoção de trabalho colaborativo junto ao intérprete em Libras; disponibilização de materiais de estudo acessíveis por diferentes fontes (textos, imagens, atividades avaliativas, apresentações de slides etc.); organização de trabalho individual e coletivo, entre outras. Planejamos avaliar o desenvolvimento da Sequência de maneira contínua, optando por propor que os participantes registrassem seus conhecimentos em alguns instrumentos: questionário prévio e final, mapas conceituais e planejamentos didáticos. Além disso, anotamos nossas percepções processuais em um diário de aula.

Apresentamos nesta pesquisa, somente os resultados obtidos a partir da aplicação dos referidos planejamentos didáticos, visto que esse é nosso recorte. Para avaliá-los, utilizamos a metodologia de BARDIN (2016), propondo anteriormente à aplicação da Sequência Didática, as Unidades de Registro (URs) e Unidades de Contexto (UCs), que representaram nossas hipóteses. Ou seja, na análise posterior à aplicação, contrastamos o que foi colocado pelos participantes com os resultados esperados (Unidades prévias) – processo de decodificação. Caso a análise mostrasse quaisquer hipóteses não previstas antecipadamente, classificaríamos em Unidades de Registro Emergentes (URE), mas isso não ocorreu.

A fim de melhor compreender essa unitarização, apresentamos a UC1, denominada “estratégias de ensino dos planejamentos didáticos”, na qual objetivamos agrupar registros da metodologia utilizada para trabalhar o conteúdo biológico em perspectiva inclusiva. Ela foi composta pelas seguintes URs:

1.1 Estimulam o envolvimento ativo dos estudantes surdos na construção do conhecimento, se colocando como mediadores, que intervêm quando necessário.

1.2 Propõem a utilização de materiais e recursos que estimulam a percepção das informações pelo sentido visual.

1.3 Incentivam o diálogo acerca dos conteúdos.

1.4 Incitam o desenvolvimento de valores, relacionados ao respeito às diferenças.

1.5 Consideram os conhecimentos prévios dos estudantes como fundamentais à Aprendizagem Significativa.

1.6 Colocam a necessidade de um intérprete em Libras nas aulas de Biologia.

1.7 Direcionam a metodologia somente aos estudantes surdos.

1.8 Não apresentam metodologia.

Elaboramos também a UC2 nomeada “avaliações propostas nos planejamentos didáticos”, para servir à análise das propostas avaliativas dos Planejamentos. Ela foi composta pelas seguintes Unidades:

2.1 Propõem diferentes instrumentos avaliativos e avaliam todo o processo.

2.2 Propõem a avaliação como maneira de retomar conhecimentos não assimilados.

2.3 Direcionam a avaliação à valores, como o respeito às diferenças.

2.4 Planejam uma avaliação final e classificatória.

2.5 Acrescentam nas avaliações materiais e recursos de estímulo à percepção das informações pelo sentido visual.

2.6 Não apresentam uma forma de avaliação.

Por último, planejamos desenvolver a situação de ensino em encontros virtuais e, para disponibilizar espaço de estudo virtual em que estratégias e experiências fossem compartilhadas, optamos por adotar o Google *Classroom*. Nesse espaço disponibilizamos as referidas estratégias de ensino facilitadoras da inclusão e adequadas ao ensino do conteúdo. Dividimos a sala em seções distintas, denominadas introdução, unidades 1, 2 e 3 e considerações finais. Durante o período de formação, os participantes

acessaram essas seções utilizando seus endereços de e-mails pessoais.

b) A situação de ensino propriamente dita:

Embasada no planejamento, foi realizada em seis encontros virtuais com duração de 1h20min cada um, no período de 16/06/2020 a 20/07/2020. Dividimos os participantes em 3 turmas (A, B e C), com o intuito de facilitar a mediação dos encontros virtuais. Nos primeiros dois encontros, depois de apresentar a Sequência Didática e propor que os participantes respondessem a um questionário de levantamento dos conhecimentos prévios, discutimos pressupostos teóricos da Educação Inclusiva em Biologia. Relacionamos essas discussões com as possíveis estratégias de ensino facilitadoras da inclusão, incluindo vídeos e textos relacionados ao tema. Os participantes demonstraram grande interesse e curiosidade, indicando a necessidade de mais formações nesta temática. Eles puderam acessar aos materiais referentes às abordagens e ao Questionário na seção introdução do Google *Classroom*.

No terceiro, quarto e quinto encontro, abordamos o conteúdo biológico “estrutura e função do DNA” (conforme citado anteriormente no planejamento), utilizando estratégias de ensino facilitadoras da inclusão de estudantes surdos. Incentivamos a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos e a negociação de significados; enfatizamos também, a importância da recursividade e da assimilação conceitual.

Por exemplo, ao abordarmos o modelo de dupla hélice de DNA, além da construção histórica dos conceitos dos mais antigos aos mais recentes e da caracterização estrutural da molécula, enfocamos em como facilitar aos estudantes surdos compreender tantas especificidades: confeccionando modelos com materiais alternativos; apresentando simulações computacionais; fazendo dobraduras e desenhos da hélice, bem como pesquisas em livros e artigos. As seções Unidade 1, 2 e 3 da sala de aula virtual, acessíveis aos participantes após os encontros, foram compostas de estratégias facilitadoras da inclusão

que estavam de acordo com os conteúdos: vídeos com legenda; simulações computacionais da molécula de DNA; textos; jogos; e fontes de pesquisa. Solicitamos que eles produzissem um mapa conceitual como atividade avaliativa das unidades – eles já tinham familiaridade com os procedimentos de elaboração desses instrumentos.

No sexto encontro, realizamos a sistematização e reconciliação dos estudos anteriores. Destacamos os conceitos cuja assimilação foi potencializada tendo por base a articulação entre teoria e prática. Estimulamos a recursividade e a consolidação dos saberes. Este também foi um momento de partilha de experiências inclusivas na docência em Biologia. Nesse momento, solicitamos aos participantes que escolhessem um conteúdo de Biologia e planejassem uma aula para o Ensino Médio que fosse inclusiva aos estudantes surdos. O planejamento precisava conter, no mínimo, os seguintes elementos: temática, conteúdo abordados, série, duração prevista, problematização da temática, objetivos a serem alcançados, estratégias de ensino voltadas para a inclusão de estudantes surdos, avaliação e retomada do conteúdo, além de referências norteadoras (LIBÂNEO, 2006). Elaborar planejamentos didáticos tem potencial de facilitar a racionalização, organização e coordenação da ação docente, além de promover a articulação da atividade escolar com a problemática do contexto social (LIBÂNEO, 2006). Moreira e Masini (2001), ressaltam que uma maneira de avaliar se ocorreu Aprendizagem Significativa é verificar se os conhecimentos são aplicados em situações novas.

c) A avaliação:

Na última fase do ensino, analisamos as percepções que anotamos no diário de aula, bem como os registros dos participantes obtidos nos instrumentos de coleta.

Quanto aos Planejamentos Didáticos, primeiramente, observamos os conteúdos biológicos escolhidos para as aulas. Depois, fizemos a decodificação dos registros apresentados, ou seja, suas classificações nas UCs e URs planejadas antecipadamente. A

realização de inferências e interpretações acerca de tais classificações foi a última etapa. Essas discussões, fortalecidas em referencial teórico, constituíram os resultados apresentados a seguir.

5. Resultados e discussões

Os participantes escolheram as seguintes temáticas para seus planejamentos: a) P1 – DNA e RNA; b) P2 – perda auditiva genética; c) P3 – clonagem humana; d) P4 – síndrome de Down; e) P5 – câncer de pele; f) P6 – DNA do Coronavírus; g) P7 – cromossomos; h) P8 – replicação do DNA; i) P9 – células procariontes e eucariontes; j) P10 – clonagem vegetal; k) P11 – transtorno do espectro autista do ponto de vista biológico; l) P12 – daltonismo; m) P13 – tecnologias de edição genética; n) P14 – transgênicos. Para cada uma delas foram estabelecidos objetivos, relacionados a facilitar que todos compreendessem os conceitos.

Embora tenhamos sugerido que os participantes escolhessem qualquer conteúdo de Biologia, todos optaram por conteúdos relacionados à Genética. Parece que utilizaram aquele que abordamos na Sequência como exemplo. As temáticas escolhidas representavam os seus conhecimentos prévios, sendo este o fator que mais influencia na ocorrência da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980).

A análise metodológica feita a seguir, com base em BARDIN (2016), contribui para compreender como os participantes propuseram desenvolver os conteúdos e alcançar os objetivos, bem como se eles tinham clareza das aulas planejadas.

Na UC1 “estratégias de ensino dos planejamentos didáticos”, classificamos fragmentos de registros em todas as Unidades exceto nas URs 1.8 e 1.9, o que significa que todas as propostas se direcionaram ao contexto inclusivo e trouxeram metodologias esperadas. Na UR 1.1, classificamos os registros de todos os participantes propondo, por exemplo, a realização de pesquisas, discussões, debates, atividades em grupo, construção de modelos etc. A partir dessas proposições, os professores, na posição de mediadores,

estimulam que os estudantes aprendam Biologia sendo protagonistas em sua própria aprendizagem. Vejamos a seguir exemplos:

P5: Cada grupo deve pesquisar e apresentar, relatando e demonstrando, de forma diferenciada, o tipo de câncer de pele; [...] os estudantes devem fazer um modelo concreto da pele, identificando os três tecidos estudados, colando materiais diferentes para cada um.

P8: Serão confeccionados cartazes com o esquema de replicação do DNA, no qual cada grupo fica com uma etapa. [...] será proposto um jogo da memória que será jogado em grupos.

Todos parecem compreender que os estudantes são capazes de realizar ações que contribuem para construir conhecimentos, mesmo que aprendam de maneiras diferenciadas. Foram propostas atividades diversificadas, com o intuito de ampliar ao máximo as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, especialmente os surdos.

Nesse envolvimento ativo planejado pelos participantes, algumas práticas visaram estimular a construção de materiais que são recursos visuais, como cartazes e modelos (P8), o que se torna benéfico no caso dos estudantes surdos. Outras práticas, como a de P5, estimulam a aprendizagem pela pesquisa, bem como discussões e apresentações de ideias. Atividades em grupos (propostas por alguns), também contribuem para a socialização, o que é tão importante quando se trata de conviver e respeitar as diferenças. Durante o curso, estimulamos os participantes, em todos os encontros, a realizar trocas de conhecimentos entre pares. Inclusive, formamos grupos nos encontros virtuais para facilitar essa interação, o que aumentou o entrosamento e a troca de conhecimentos.

Considerando a afirmação de MANTOAN (2003), de que é preciso ter cuidado com práticas coletivas que excluam sujeitos que tenham habilidades diferenciadas, entendemos que a abordagem que realizamos na Sequência Didática seja ainda mais válida, pois facilitou aos participantes a percepção de como trabalhar coletivamente.

Reconheceu-se também, que os professores devem atuar como mediadores de forma reflexiva, crítica e comprometida, indo além da visão tradicional de se colocar como detentor do conhecimento e dos estudantes serem receptores (PÉREZ GÓMEZ, 2001). Assim, a partir dos registros classificados na UR 1.1, os participantes demonstraram ter compreendido aquilo que discutimos na Sequência Didática, relacionado à valorização do potencial de cada estudante e à função docente diante disso. Além de discutir sobre isso, durante os encontros virtuais, estimulamos que eles próprios se envolvessem no processo, realizando atividades, trocas de experiências, proposições etc. Por isso, afirmamos que se trata de um indício de Aprendizagem Significativa, visto que os conhecimentos discutidos e vivenciados foram propostos adequadamente em uma situação de ensino diferente da Sequência Didática.

A ação de disponibilizar aos participantes, na seção introdução do Google *Classroom*, materiais extras para potencializar a consolidação do conhecimento, contribuiu para tais resultados e exemplificou algo que eles também precisam prestar atenção ao mediarem o ensino: os estudantes, assim como eles, aprendem de maneiras diferenciadas, por isso, dependem de várias fontes de informações.

Na UR 1.2, agrupamos registros de todos os participantes, a exemplo de P3 e P8.

P3. Pode-se utilizar o vídeo [...]. Essa abordagem da clonagem pode ser através de slides, com imagens e anotações [...]. Faz-se necessária a utilização de artigos científicos relatando pesquisas realizadas sobre clonagem [...].

P8. Será apresentado um resumo a respeito da fase em que a replicação do DNA ocorre com auxílio de um projetor de slides, mostrando figuras com legendas [...]. Será apresentado um vídeo curto de apresentação do conteúdo [...]. Serão apresentados materiais complementares visuais.

Os recursos que estimulam a percepção das informações pelo sentido visual, por exemplo, aqueles trazidos por P3 e P8, foram mencionados como

benéficos ao ensino de Biologia inclusivo. Dentre eles, destacaram-se modelos didáticos, vídeos e figuras com legenda, apresentações de slides, histórias em quadrinhos, jogos e atividades experimentais. Segundo VIOTO, VITALIANO (2020), a adequação proporcionada por esses tipos de estratégia pode contribuir significativamente para aprendizagem dos estudantes e facilitar a participação ativas nas atividades propostas.

Lembramos que durante a Sequência Didática, em vista à negociação de significados, discutimos sobre a importância de confeccionar materiais de ensino que estimulem a percepção das informações pelo sentido visual. Inclusive, para estimular a recursividade, elaboramos alguns desses materiais, como vídeos resumindo o conteúdo (com legenda em língua portuguesa), materiais escritos sistematizando as abordagens e apresentações de slides com diversas imagens ilustrando os conteúdos abordados (todas com legendas em língua portuguesa e/ou Libras). As representações desses conhecimentos demonstradas pelos participantes, obtidas a partir da mediação que fizemos e trazidas pelos materiais de ensino, são indícios de Aprendizagem Significativa.

A UR 1.3, foi composta por registros de todos os participantes: eles se colocaram como mediadores e orientadores, dispostos a dialogar e discutir os conhecimentos sempre que necessário e de diferentes maneiras, como mostram os exemplos a seguir:

P1. Após a realização do jogo/atividade, será feita a retomada dos conteúdos e a discussão acerca das dificuldades, a fim de perceber como ocorreu a compreensão do processo de transcrição.

P2. O tema seria discutido de forma oral. Nesse formato, o/a intérprete se sentaria ao lado, e o/a estudante surdo ficaria de frente comigo. O tema seria exposto de uma forma dinâmica, buscando sempre questionar os/as estudantes, criar espaços reflexivos e sensibilizadores.

Da colocação de P2, se destaca a citação do intérprete em Libras como profissional representativo. Isso significa que se reconhece a capacidade que os

estudantes têm de discutir acerca das proposições, apesar de utilizarem uma língua não convencional aos ouvintes.

Entendemos que os participantes tenham tomado como exemplo a Sequência desenvolvida, na qual colocamos o diálogo entre pares como chave do processo. Ele é importante na Educação Inclusiva, pois permite que o professor conheça os estudantes em suas particularidades, bem como que de abertura aos conhecimentos disciplinares necessários. Dialogar também é uma maneira de evidenciar conhecimentos prévios, estimular a recursividade, conhecer as singularidades dos estudantes (graus de surdez, domínio da Libras, participação na comunidade etc.) e implementar estratégias de ensino facilitadoras da inclusão de maneira mais efetiva. Como coloca Imbernón (2002), esta relação dialógica está diretamente ligada ao sucesso escolar dos estudantes.

Na UR 1.4, classificamos os registros apresentados por P4 e P5.

P4. O jogo serve para que o professor trabalhe valores com os estudantes, de colaboração e respeito aos colegas, inclusive se eles tiverem algum tipo de necessidade.

P5. Nessa parte da história em quadrinhos aparece o Cebolinha e o Cascão dando “apelidos” às meninas, podendo então ser trabalhado sobre o *bullying*.

É interessante que o trabalho acerca dos valores tenha sido proposto mediante o uso de recursos metodológicos facilitadores da percepção das informações pelo sentido visual. Parece que os participantes entendem que tais recursos não servem apenas para trabalhar conteúdos científicos. MANTOAN (2003), coloca que escolas de qualidade são aquelas em que há preocupação com a aprendizagem desses conteúdos, mas também de aspectos humanos que contribuem na formação de valores morais e éticos necessários à sociedade.

Seria incoerente que, em nosso trabalho buscando um ensino que promova a aprendizagem do ponto de vista da igualdade e equidade, não

ressaltássemos valores como o respeito e a valorização às diferenças. Seja ou não o ensino inclusivo, estes são aspectos representativos de serem abordados, pois como afirma NOVAK (2010), características humanísticas são inerentes a potencialização da Aprendizagem Significativa. Por isso, em vários momentos durante os encontros, levamos os participantes a pensarem em como os valores que eles consideravam necessários estavam sendo reproduzidos em sala de aula.

A UR 1.5, foi composta pelos registros de P3, P5, P7, P9, P10, P12 e P14, por exemplo:

P3. Vou pedir para que escrevam em uma folha o que eles conhecem do tema, se já ouviram falar e o que pensam a respeito.

P12. Fazer uma troca de conhecimentos com os estudantes: pedir inicialmente o que eles sabem sobre daltonismo.

Tendo como base AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1980), discutimos durante a Sequência Didática a representatividade de considerar os conhecimentos prévios, quando se almeja potencializar a Aprendizagem Significativa. Nos preocupamos também, em considerá-los no trabalho mediado. Logo, a evidência dessa preocupação nos Planejamentos, indica um indício de Aprendizagem Significativa do que trabalhamos: se os participantes pretendem que os estudantes aprendam é imprescindível que considerem os subsunçores.

A falta de consideração desses conhecimentos prévios é um dos grandes problemas da Educação na atualidade. Muitas vezes, os estudantes são nivelados, como se tivessem o mesmo ponto de partida. Nada ou pouco se faz por aqueles que divergem do que se considera parâmetro. Os resultados disso, são percebidos em índices de evasão escolar, em aprendizagens inadequadas e, conseqüentemente, na falta de preparo para resolver problemas científicos e sociais essenciais à atuação cidadã.

Na UR 1.6 classificamos os registros de oito participantes – P2, P3, P4, P6, P9, P10, P11 e P13 (exemplos a seguir):

P2. Todas as estratégias de ação deste plano foram desenvolvidas tendo como premissa a participação do intérprete em sala, podendo unir a pedagogia do professor com a tradução em Libras.

P11. Após realizar uma breve explicação a respeito do conteúdo do vídeo, com auxílio da tradução por Libras pelo professor [...].

Nesse sentido, ressaltamos que o direito dos estudantes surdos a uma Educação de qualidade e significativa, depende da interação linguística com o conhecimento por meio da Libras, e o intérprete é fundamental para esse papel de mediação (BRASIL, 2015).

Por fim, consideramos que as proposições metodológicas dos participantes trouxeram elementos de compreensão de como trabalhar na perspectiva inclusiva. Estes elementos possivelmente assimilados, foram orientados no trabalho que desenvolvemos ao longo da Sequência Didática, de forma que são indícios de Aprendizagem Significativa.

Dando prosseguimento à análise dos Planejamentos, buscamos compreender como os participantes propõem avaliar o ensino de Biologia na perspectiva e inclusiva de estudantes surdos. Na Sequência Didática, avaliamos continuamente e a partir de instrumentos específicos, assim, esperávamos a proposição de avaliações com estas mesmas características.

Decodificamos as proposições referentes a isso na UC 2, “avaliação proposta nos planejamentos didáticos”. Classificamos registros em todas as Unidades, com exceção da UR 2.6.

Na UR 2.1, classificamos os registros de dez dos 14 participantes – P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P11 e P12. Abordou-se que a avaliação precisa acontecer de maneira contínua com o intuito de demonstrar conhecimentos assimilados (exemplos a seguir):

P1. A avaliação será realizada de forma processual e de modo cooperativo; será preciso integrar diferentes formas e critérios – especialmente aspectos qualitativos do processo. Formas variáveis de avaliação poderão ser utilizadas como: teste escrito e/ou oral, discussão de temas e artigos, seminários,

resenhas, listas de exercícios, trabalhos individuais ou em grupos etc.

P5. A avaliação da aprendizagem será realizada de forma processual, sendo diversas atividades propostas em sala de aula: realização de aulas práticas e relatos a respeito de atividades realizadas, bem como questionamentos do conteúdo aplicado.

Alguns até citaram atividades específicas para avaliar (como P1 e P5), mas sem perder de vista a característica de continuidade e a pretensão de identificar os conhecimentos assimilados.

Para avaliação AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN (1980), colocam que é interessante que os aprendizes sejam estimulados a utilizar seus conhecimentos para resolver situações problema ainda não familiares. Fizemos isso no decorrer da Sequência Didática e é possível que os participantes, cujos fragmentos de respostas foram classificados nesta UR, tenham tomado isso como exemplo.

O percurso de aprendizagem também deve ser considerado no trabalho inclusivo. Desta forma, avaliações classificatórias devem ser substituídas por outras mais dinâmicas, contínuas, capazes de demonstrar avanços na aprendizagem dos estudantes, seus retrocessos, dificuldades, progressos etc. (MANTOAN, 2003). Por esse motivo, além de discutir teoricamente sobre isso durante a Sequência, demonstramos a partir da avaliação implementada, formas mais adequadas ao trabalho inclusivo.

Na UR 2.2 classificamos registros de sete participantes – P2, P3, P5, P9, P12, P13 e P14, vejamos exemplos:

P13. Após a apresentação, os estudantes escreverão o que foi entendido e retomarei o necessário. Isso proporcionará verificação do domínio do conteúdo e da capacidade de transmissão e de apreensão pelos estudantes.

P14. Observarei se eles relacionam termos básicos menos abrangentes com os mais abrangentes. Se isso não ocorrer, é preciso destacar equívocos e retomar os conteúdos em uma revisão.

Queremos destacar que, apesar de não termos buscado que os participantes aprendessem acerca da Teoria da Aprendizagem Significativa (ela foi nosso referencial para avaliar a aprendizagem), P14 citou a necessária relação dos termos mais com os menos abrangentes. É possível que ele tenha percebido a coerência dos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, a partir da Sequência mediada.

Ainda, de acordo com MANTOAN (2003), a intenção da avaliação deve ser justamente perceber o que precisa ser aprimorado no ensino para promover a aprendizagem. Logo, a retomada dos conteúdos deve ser uma consequência do processo avaliativo. Mais do que isso, essa ação representa respeito às especificidades dos estudantes, especialmente, aos tempos de aprendizagem.

Durante a Sequência Didática, buscando o compartilhamento de significados coerentes, retomamos conteúdos quando necessário. Por exemplo, ampliamos as discussões acerca das estratégias de ensino para facilitar a inclusão dos estudantes surdos quando mediado conteúdo específico de Biologia, porque isso mostrou-se indispensável.

Na UR 2.3 classificamos o registro de P5:

P5. A avaliação da participação, da apresentação dos grupos vai considerar [...] o respeito com o professor e os colegas.

Em sala de aula, devem ser construídos conhecimentos científicos, valores e atitudes (MANTOAN, 2003), logo, é pertinente investigar estes aspectos quando se faz a avaliação. Trata-se de observar as múltiplas relações estabelecidas que podem impulsionar o desenvolvimento dos estudantes surdos ou com outras necessidades. Aprende-se muito na troca, no convívio, na partilha, desde que sejam relações saudáveis, pautadas no respeito e na solidariedade.

O fato de somente P5 ter expressado tal preocupação pode significar que a abordagem que realizamos não foi suficiente para chamar a atenção para estes aspectos, desta forma, é preciso aprimorá-la. Ressaltamos

porém, que não é fácil conscientizar para isso: os docentes trazem características e saberes fortemente enraizados em uma perspectiva técnico-academicista de formação (PÉREZ GÓMEZ, 2001).

A próxima UR avaliada foi a 2.4, na qual classificamos os registros de P9, P10, P13 e P14. Apresentamos os seguintes exemplos:

P9. No final, os estudantes farão um desenho das células eucariontes e procariontes, identificando as estruturas e relatando as que visualizaram ao microscópio.

P14. Por fim, farei a análise dos relatórios feitos pelas duplas e de um trabalho, envolvendo a interpretação de imagens, charges e quadrinhos.

Dos quatro participantes, P9, P13 e P14 reconhecem a importância de retomar conhecimentos não assimilados, embora tenham proposto um instrumento avaliativo final.

Concordamos com MANTOAN (2003), quando coloca que o uso de instrumentos avaliativos finais (como provas) para perceber o rendimento escolar, não é uma prática recomendada aos estudantes em sua heterogeneidade, pois cada um aprende de modo diferente.

Por último, na UR 2.5, classificamos os registros de seis participantes – P2, P4, P9, P10, P13 e P14, como nos exemplos:

P2. A avaliação seria feita com o auxílio do intérprete em Libras.

P10. Esse questionário contará com figuras ilustrativas e charges, para melhor interpretação dos estudantes.

Nesse sentido, entendemos que, quando se trata de Educação justa e equânime, precisamos, além de oferecer diferentes meios para os estudantes expressarem conhecimentos assimilados, adequar estes meios às suas características. Por esse motivo, utilizamos na Sequência Didática estratégias para a inclusão de estudantes surdos, dentre as quais a proposição dos planejamentos didáticos, os quais facilitam explicitar todos os conhecimentos julgados como necessários.

Resumidamente acerca desta UC, os participantes parecem compreender a responsabilidade que assumem ao avaliar o ensino e se preocupam em tornar essa ação adequada às especificidades dos estudantes surdos. Em vista a representatividade da avaliação, conforme referenciais teóricos de pesquisa, entendemos que os fragmentos classificados nas URs, representam entendimento de que ela serve como instrumento de aprendizagem e não como forma de classificação com base na atribuição de notas. Assim, ao término da análise dos planejamentos didáticos, podemos afirmar que as abordagens realizadas na Sequência Didática potencializaram a Aprendizagem Significativa a respeito de como planejar aulas de Biologia sob a perspectiva inclusiva. Os Planejamentos foram coerentes com o que esperávamos, indicando que atingimos os objetivos.

6. Considerações Finais

A análise dos planejamentos didáticos dos 14 participantes indicou indícios de Aprendizagem Significativa acerca da Educação Inclusiva. Eles foram capazes de utilizar saberes assimilados a partir da Sequência Didática e de seus conhecimentos prévios, ao proporem uma nova situação de ensino de um conteúdo de Genética, inclusiva aos estudantes surdos.

Dentre os aspectos metodológicos apresentados, destacaram-se aqueles relacionados às necessárias estratégias de ensino facilitadoras da aprendizagem, do ponto de vista da Educação Inclusiva. Afirmou-se também como sendo coerente, o estímulo ao envolvimento dos estudantes na construção do conhecimento, a utilização de materiais e recursos facilitadores da percepção das informações pelo sentido visual, o incentivo ao diálogo acerca dos conteúdos, o desenvolvimento de valores associados ao respeito às diferenças, a consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes e a necessidade de um intérprete em Libras como apoio aos estudantes surdos. A maioria dos participantes englobou em suas propostas todos esses elementos, demonstrando compreensão enriquecida dos assuntos.

Outros aspectos em evidência nos Planejamentos, foram os relacionados a avaliação do ensino. Considerou-se a representatividade de avaliar, a partir de diferentes instrumentos e de maneira contínua. Ganham destaque a possibilidade de retomar conhecimentos não assimilados, a avaliação como forma de perceber aspectos subjetivos do ensino, dentre os quais o necessário respeito às diferenças, as estratégias facilitadoras das avaliações.

Uns poucos participantes continuaram propondo a avaliação como instrumento único, de maneira tradicional, usada ao final de processo para marcar o término do ensino. Entendemos que são necessários novos estudos, para que esses compreendam que avaliar é bem mais do que isso, principalmente em contextos inclusivos.

Assim, atingimos objetivo principal e respondemos ao problema inicial, pois compreendemos que formações deste tipo são capazes de promover a Aprendizagem Significativa em relação à inclusão.

Percebemos ainda, demandas dos participantes por outros estudos que promovam aperfeiçoamento de saberes relacionados à Educação Inclusiva. Não existe lugar para um ensino de Biologia que não oportunize a Aprendizagem Significativa a todos os estudantes, porém os docentes precisam estar preparados para fazer isso. Nesse sentido, pretendemos continuar este trabalho promovendo essa preparação.

7. Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Interamericana. Rio de Janeiro: Brasil. 1980.
- AZEVEDO, C. B. Diferenças não devem ser toleradas: reflexões sobre escola inclusiva e educação para a diversidade. **Linguagens, Educação e Sociedade**, São Paulo, v. 27, n. 53, pp. 273-299. 2023.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70. São Paulo: Brasil. 2016.
- BEYER, H. O. Da integração escolar à Educação Inclusiva: implicações pedagógicas. In: BAPTISTA, C. R. **Inclusão e Escolarização: múltiplas perspectivas**. Mediação. Porto Alegre: Brasil. 2006. pp. 73-83.

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Qualitative Research for Education: an Introduction to Theory and Methods**. 5.^a ed. Allyn & Bacon. Boston: Estados Unidos da América. 2007.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Dispõe sobre a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. **Diário Oficial da União**, Brasília. v. 1, n. 215, s.p., 2015.
- FREITAS, Marcos Cezar. **Deficiências e Diversidades: Educação Inclusiva e o chão da escola**. Cortez. São Paulo: Brasil, 2022.
- IMBERNÓN, F. **Formação Docente Profissional: forma-se para a mudança e a incerteza**. 3.^a ed. Cortez. São Paulo: Brasil. 2002.
- LACERDA, C. B. F.; SANTOS, L. F.; CAETANO, J. F. Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos. In: GÓES, A. M. *et. al.* **Língua brasileira de sinais – Libras: uma introdução** (pp. 103-118). Editora UFSCAR. São Carlos: Brasil. 2011.
- LEMOS, E. S. **El aprendizaje significativo y la formación inicial de profesores de ciencias y Biología**. 362 f. Doutorado em Ensino de Ciências, Universidad de Burgos. Burgos, 2007.
- LIBÂNIO, J. C. *Didática*. São Paulo: Brasil. 2006.
- MANTOAN, M. T. E. **Inclusão Escolar: o que é? Por quê? Como fazer?** 1.^a ed. Moderna. São Paulo: Brasil. 2003.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em ciências: condições de ocorrência vão muito além de pré-requisitos e motivação. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista-ENCITEC**, Santo Ângelo, v. 11, n. 2, pp. 25-35. 2021.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa – a teoria de David Ausubel**. Centauro. São Paulo: Brasil. 2001.
- NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations**. Madison: Estados Unidos da América. 2.^a ed. 2010.
- NOZI, G. S.; VITALIANO, C. R. Os saberes docentes identificados na produção acadêmica no exercício da educação inclusiva. **Atos de Pesquisa em Educação**, Blumenau, v. 14, n. 2, pp. 405-430. 2019.
- PÉREZ GÓMEZ, A. **A cultura escolar na sociedade neoliberal**. 1.^a ed. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 2001.
- PIMENTA, B. M. **Encontros surdo-surdo (s) como espaço de produção de uma comunidade: a potência do (s) encontro (s) – amizade (s)**. 121 f. Mestrado em Educação, Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, 2017.
- RODRIGUES, D. Os desafios da equidade e da inclusão na formação de Professores. In: OLIVEIRA, I. M.; RODRIGUES, D.; JESUS, D. M. (orgs.). **Formação de professores, práticas pedagógicas e inclusão escolar**. Vol. 1. EDUFES. Vitória: Brasil. 2017. pp. 23-48.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Vozes. São Paulo: Brasil. 2010.
- VIOTO, J. R. B.; VITALIANO, C. R. Estratégias de ensino favoráveis ao processo de inclusão de alunos público-alvo da educação especial: levantamento em teses e dissertações. **Revista Cocar**, Belém, v. 14, n. 29, pp. 584-602. 2020.
- VITALIANO, C. R. Educação inclusiva e as reconstruções necessárias no processo de formação de professores. In: LIMA, A. M. S.; ALTINO, F. C.; VITALIANO, C. R. (orgs.). **Inclusão: Debates em diferentes contextos**. 1.^a ed. EDUEL. Londrina: Brasil. 2013. pp. 15-25.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Artmed. Porto Alegre: Brasil. 1998.





LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN FÍSICA CLASIFICADOS POR NIVELES DE COMPLEJIDAD: UNA EXPERIENCIA

THE RESOLUTION OF PROBLEMS IN PHYSICS CLASSIFIED BY COMPLEXITIES LEVEL: AN EXPERIENCE

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA CLASSIFICADO POR NÍVEIS DE COMPLEXIDADE: UMA EXPERIÊNCIA

Leonardo Julian Picos Rivers* , José Quintín Cuador Gil** 
Carlos Rafael Martínez de Osaba Picos*** 

Picos-Rivers, L. J., Cuador-Gil, J. Q. y Martínez de Osaba Picos, C.R. (2022). La resolución de problemas en física por niveles de complejidad: una experiencia. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 18(3), pp. 577-590. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.19185>

Resumen

En este artículo se pretende dar respuesta a la pregunta, ¿cómo lograr el desarrollo de habilidades en estudiantes de ingeniería en la resolución de problemas de física? No es posible dar una respuesta exacta y definitiva a esta tarea, muchos docentes enseñan y han descrito sus experiencias, coinciden en proponer ejercicios desde los más simples a los más complejos, mediante estrategias de solución. En este estudio presentamos una clasificación de problemas físicos por niveles de complejidad para la Enseñanza de la Física en carreras de ingeniería, en respuesta a la idea de elevar el nivel de complejidad. Planteamos estrategias para la solución de problemas, para lo cual recurrimos, como ejemplo, al método cinemático, el método dinámico y la conservación de la energía mecánica. Además, exponemos una selección de problemas de los textos utilizados en los cursos de física general para carreras de ingeniería en universidades cubanas, donde se incluyen un total de 430 ejercicios, distribuidos en tres niveles de complejidad. Por último, comentamos el logro de buenos resultados con el uso de la metodología propuesta a partir de la experiencia práctica de los autores.

Palabras clave: solución de problemas en física, clasificación de problemas, estrategias de solución.

Abstract

In this paper we pretend to answer the question, how we can achieve skills in engineering students by the resolution of physics problems? It is not possible to give an exact and definitive answer to this question, nowadays, many professors teach physics

* Licenciado en Educación, especialidad Física y Astronomía, Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba. leonardo.pr@automatica.cujae.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0002-6958-2227>

** Doctor en Ciencias Técnicas, Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Pinar del Río, Cuba. cuador@upr.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0002-6483-0172>

*** Máster en Pedagogía Profesional, Departamento de Física, Facultad de Educación Media, Universidad de Pinar del Río, Cuba. carlos.rafael@upr.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0003-0265-2063>

resolution problems and had presented their experiences, which has a common factor, to propose problems from the simplest to the most complex one, developing strategies of solution. A classification of physical problems for complexities levels, attending to the idea of increasing the complexity gradually, to teach physics in engineering careers is presented in this study. The solution strategies are presented using the kinematic, the dynamic and the mechanical energy conservation methods as example. The selection of problems from the texts of solution of problems used in the courses of general physics for engineering careers in Cuban's universities was carried out, 430 problems distributed in three levels are totalized. The achievement of good results with the use of the methodology proposed is commented, from the practical experience of the authors.

Keywords: Solution of problems in physics; classification of problems; strategies of solution.

Resumo

Este artigo tem como objetivo responder à questão, como alcançar o desenvolvimento de competências em estudantes de engenharia na resolução de problemas de física? Não é possível dar uma resposta exata e definitiva nesse sentido, muitos professores atualmente ensinam e têm apresentado suas experiências, concordando em um fator comum, propondo exercícios dos mais simples aos mais complexos, desenvolvendo estratégias de solução. Este estudo apresenta uma classificação de problemas físicos por níveis de complexidade para o ensino de física nas carreiras de engenharia, atendendo à ideia de elevar o nível de complexidade. Estratégias de resolução de problemas são propostas utilizando como exemplos o método cinemático, o método dinâmico e a conservação da energia mecânica. Trabalhamos com base em uma seleção de problemas de textos de resolução de problemas usados em cursos de física geral para carreiras de engenharia em universidades cubanas, que incluem um total de 430, distribuídos em três níveis. Por fim, comenta-se a obtenção de bons resultados com a utilização da metodologia proposta com base na experiência prática dos autores.

Palavras-Chave: Solução de problemas em física; classificação de problemas; estratégias de solução.

Introducción

El estudiante de ingeniería no podrá enfrentar futuros problemas de su profesión, si no lo hubiese hecho anteriormente ante problemas de algún tipo; es decir, si no aprende a resolver problemas; en consecuencia, no tendría la oportunidad de desarrollar habilidades de razonamiento. En este sentido, los planes de estudio en carreras de ingeniería incluyen asignaturas de las ciencias básicas y naturales. La física, en particular, forma parte de estas asignaturas, y tiene el objetivo general de preparar al estudiante para que conozca y explique propiedades y el comportamiento del

mundo que le rodea, la energía, la materia y las interacciones de estas en el espacio y en el tiempo. En YOUNG, FREEDMAN (2009) se plantea que la física es la base de toda la ingeniería y la tecnología; frase de la que se infiere que en física se estudian las leyes básicas de todo fenómeno natural, y en tecnología, el ingeniero utiliza y determina las formas en que las leyes físicas son usadas para beneficio de la sociedad. En este proceso inevitablemente el ingeniero se enfrenta a situaciones que requieren habilidad para resolver problemas, que en equipos de trabajo multidisciplinario se discuten y aprueban las

propuestas más eficientes para obtener el resultado deseado. Por esto, consideramos que un estudiante de ingeniería debe tener momentos de entrenamiento que le permitan estar preparado para resolver situaciones problémicas de la práctica profesional.

En la Enseñanza de la Física es fundamental la solución de problemas, lo que contribuye al desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes de ingeniería (PICOS-RIVERS, CUADOR-GIL, MARTÍNEZ DE OSABA-PICOS, 2021). La solución de problemas ha sido un tema de intensa investigación (CONCARI, GIORGI, 2000). Mediante la solución de problemas se alcanza un pleno dominio del aparato conceptual de la física, de los elementos de carácter metodológicos para la aplicación creadora de los conocimientos en beneficio de una formación sólida del ingeniero. La solución de problemas es una tarea compleja que requiere de gran esfuerzo y tenacidad, sin que el resultado del éxito esté asegurado de antemano. Lograr la solución de un problema es un hecho muy significativo; fracasar es solo la posibilidad de profundizar más en el conocimiento, trazar nuevos algoritmos de solución e intentar nuevamente. La solución de problemas físicos desarrolla habilidades que perduran en los estudiantes de ingeniería, de modo que aun cuando los contenidos teóricos y la lógica de solución de situaciones físicas sean olvidados, las habilidades que se adquieren serán propias e innatas para enfrentar con mayor capacidad situaciones reales de la vida y del futuro desempeño profesional del estudiante, de forma general, e ingeniería, en particular.

A partir de la experiencia pedagógica de algunos docentes, se considera que las cuestiones que inciden en el fracaso de los estudiantes cuando se enfrentan a la resolución de un problema de física, se deben, en alguna medida, a la poca comprensión y dominio de los temas abordados, lo cual no le permite clasificar, ordenar y asimilar los conceptos de física. En ocasiones, sus conocimientos matemáticos son insuficientes (ELIZONDO TREVIÑO, 2013), no se realiza una lectura comprensiva del problema que le permita ubicarse en el contexto de la tarea asignada, dificultad que

se arrastra desde todos los niveles educativos (MENDOZA MACHADO, 2021). En los diferentes procesos de enseñanza y aprendizaje se establece una verdadera relación dialéctica, que no es posible considerarla aisladamente; luego se infiere que el fracaso en la solución de problemas a lápiz y papel no solo está condicionado por las limitaciones o fallas antes mencionadas, sino que, en ocasiones, por parte de los docentes no se hace una adecuada estructuración de los problemas a enfrentar según el grado de complejidad en su solución, es decir, debe existir un enfrentamiento gradual a los niveles de dificultad.

En este sentido, consideramos que el perfeccionamiento de los elementos necesarios para clasificar los problemas físicos puede contribuir de forma positiva en las habilidades que adquieren los estudiantes en la solución de problemas, así como el desarrollo de estrategias y algoritmos de solución.

Este trabajo tiene como objetivo presentar una clasificación de problemas de física en temas de mecánica clásica, así como consideraciones metodológicas para la solución de problemas, y una selección por niveles de complejidad, de modo que se da respuesta a la pregunta “¿cómo lograr el desarrollo de habilidades en estudiantes de ingeniería en la resolución de problemas de física?”. La aplicación práctica de estas ideas ha permitido obtener buenos resultados en la Enseñanza de la Física en carreras de ingeniería en nuestras universidades.

1. Clasificación de problemas físicos

La enseñanza de problemas en física debe adelantarse según los niveles de complejidad de las situaciones físicas planteadas a los estudiantes en clase. Resulta lógico pensar que el tránsito por ejercicios simples, aumentando el nivel de complejidad, puede proporcionar beneficios en el aprendizaje y el desarrollo de habilidades de razonamiento. Varios autores han demostrado la idea anterior de diferentes formas (SÁNCHEZ MENDIVELSO, 2007; MADERA BLANCO, 2017;

VARO MARTÍNEZ *et al.*, 2018; RAMÍREZ LÓPEZ, 2021; entre otros).

Por consiguiente, proponemos niveles de asimilación a utilizar en la solución de problemas en clases prácticas de física para ingeniería. En cada uno de ellos se especifican los indicadores a tener en cuenta para clasificar los problemas y ordenarlos desde los más sencillos y elementales, hasta lograr paulatinamente problemas más complejos e interesantes que desarrollan en conjunto la capacidad de pensar y razonar, a estar preparados para enfrentarse a planteamientos no estereotipados de problemas y a lograr soluciones originales.

Un problema se considera del primer nivel, cuando los estudiantes:

- Pueden responder preguntas relacionadas en contextos que les son conocidos, extraen información pertinente de una fuente y trabajan un modelo de representación.
- Utilizan algoritmos, fórmulas, procesos o transformaciones elementales que no impliquen transformaciones complejas.
- Resuelven problemas que implican una representación física en la que el contenido es presentado de forma clara y directa, en contextos familiares, utilizando imágenes o dibujos de objetos y realizando cálculos básicos.

Un problema se considera del segundo nivel cuando los estudiantes:

- Trabajan con modelos explícitos de situaciones concretas de modo tal que le permitan integrar diferentes conceptos, utilizándolos a partir de la representación de los objetos y la aplicación en contextos similares, asociándolos directa e indirectamente con el mundo real.
- Recurren a habilidades que les permiten razonar con flexibilidad y con cierta perspicacia en determinados contextos.
- Pueden ejecutar procedimientos escritos con claridad, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciales.

- Resuelven problemas que impliquen el razonamiento visual y la argumentación en situaciones no habituales, en los que haya que trabajar con representaciones múltiples relacionadas (gráficas, tablas o fórmulas), y en los que se les exige decidir entre alternativas bien definidas.

Un problema se considera del tercer nivel, cuando los estudiantes:

- Saben relacionar e integrar conceptos, utilizar información basada en investigaciones y modelos de situaciones complejas; identifican las condicionantes y especifican los supuestos.
- Pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas, extrapolándolas a nuevas situaciones o formas de proceder ya aprendidas.
- Resuelven problemas complejos que implican representaciones múltiples y a menudo procesos de cálculos secuenciales, además se requiere la formulación de supuestos adecuados, o trabajar con unos supuestos dados, en los que sea necesario utilizar una comprensión significativa, razonamiento abstracto, técnicas de argumentación, conocimientos técnicos y convenciones para problemas complejos del mundo real.
- Analizan una situación, toman decisiones teniendo en cuenta las relaciones subyacentes y las que enlazan con la solución.

2. Estrategias para la solución de problemas

A continuación, exponemos las estrategias propuestas para la solución de problemas, según el método a utilizar.

a. Estrategia para resolver problemas utilizando el método cinemático

- Analizar la fuente de información de los datos (texto, gráfico, tabla) y listar cantidades como: posición (x), posición inicial (x_0), velocidad (v), velocidad inicial (v_0), aceleración (a) y tiempo (t).

- Escribir los valores de las variables conocidas.
 - Hacer figuras grandes y claras que ilustren la situación física planteada.
 - Decidir sobre dónde resultaría más conveniente situar el origen de coordenadas y cuál es el sentido positivo en las direcciones implicadas en el problema.
 - Tener en cuenta que el sentido positivo del eje determina automáticamente las direcciones positiva de la velocidad y la aceleración.
 - Replantear el problema con palabras y luego traducir su descripción a símbolos y ecuaciones, se hace necesario clarificar ideas, responder preguntas, asegúrese de que entienden todos los conceptos relacionados de forma exacta.
 - Escribir las ecuaciones matemáticas que ligan las cantidades en cuestión. Es necesario plantear un sistema de n ecuaciones con n incógnitas.
 - Resolver las ecuaciones. La solución a los problemas numéricos debe ser casi siempre algebraica y los datos numéricos solo deben ser utilizados al final. Las soluciones algebraicas, además de permitir una mayor simplificación, dan la posibilidad de discutir los casos límite.
 - Verificar las dimensiones y no olvidar las unidades, recordar que estas se multiplican y dividen igual que los símbolos algebraicos.
 - Los valores numéricos se deben redondear a un número de cifras que den sentido físico a la solución.
- componentes de velocidad, aceleración y fuerza en esa dirección serán positivas.
 - Escoger un cuerpo en equilibrio y dibujar un diagrama de cuerpo libre para él.
 - Pregúntese que interacciones están presentes con el cuerpo, ya sea en contacto o a distancia, dibujar los vectores de fuerza, unos para cada interacción.
 - Escoger los ejes coordenados y representar cada fuerza que actúa sobre el cuerpo con sus componentes sobre los ejes. Para dos o más cuerpos, repetir las operaciones anteriores.
 - Para varios cuerpos obtener las ecuaciones de ligaduras para las coordenadas, velocidades y aceleraciones. (Tener en cuenta el modelo de hilo inextensible).
 - Al aplicar la primera o segunda ley de Newton, concentrarse en un cuerpo en específico ya que su aceleración está determinada por las fuerzas que actúan sobre él sin incluir las que actúan sobre otros cuerpos.
 - Para dos o más cuerpos en interacción, usar la tercera ley de Newton para relacionar las fuerzas que ejercen entre sí.
 - Escribir las ecuaciones para cada eje coordenado (si hay dos o más cuerpos repita la operación anterior). Se necesita tantas ecuaciones independientes como cantidades desconocidas existan.
 - Resolver el sistema de ecuaciones para obtener las incógnitas.
 - Ver si los resultados obtenidos son lógicos; si el resultado es una fórmula, tratar de encontrar los casos especiales, es decir, los extremos para los que puedan estimar los resultados.

b. Estrategia para resolver problemas utilizando el método dinámico

- Hacer un dibujo de la situación física, con dimensiones y ángulo.
- Definir un sistema de coordenadas, indicar el origen y la dirección del eje positivo.
- Ser consecuente con los signos. Una vez definido el eje X y su dirección positiva, las

c. Estrategia para resolver problemas utilizando la conservación de la energía mecánica

- Hacer un dibujo sencillo de la situación física.
- Escoger los estados inicial y final del cuerpo a comparar, de acuerdo con los datos e incógnitas del problema.

- Dibujar un diagrama del cuerpo libre con todas las fuerzas que actúan sobre él.
- Revisar los signos; si una fuerza tiene componente en la dirección del desplazamiento, su trabajo será positivo; si tiene componente en sentido opuesto al desplazamiento, su trabajo será negativo.
- Definir el sistema de coordenadas, sobre todo el nivel en el que la ordenada es nula ($y = 0$) y tomar la dirección de la ordenada (y) hacia arriba.
- Listar las energías cinética y potencial inicial y final.
- Identificar las fuerzas conservativas que realizan trabajo y relacionarla con la energía potencial.
- Identificar las fuerzas no conservativas que realicen trabajo, relacionar las energías cinética y potencial con el trabajo de estas fuerzas.
- Si no existen fuerzas no conservativas, o las fuerzas que existen no realizan trabajo mecánico, aplicar el principio de conservación de la energía mecánica.

3. Selección de problemas por niveles

A partir de una revisión de los textos de solución de problemas, puestos a disposición en los cursos de física general para los estudiantes de ciencias e ingenierías, cuyos autores podemos citar (VOLKENSSTEIN, 1976; KÖSEL, 1983; SÁVCHENKO, 1989; ÍRODOV, 1979; PORTUONDO, 2010; STRELKOV, 1967; YOUNG Y FREEDMAN, 2009; HALLIDAY, RESNICK, KRANE 2003), seleccionamos, solucionamos y clasificamos un total de 430 problemas, los cuales se distribuyen del modo siguiente: 171 del primer nivel, 130 del segundo y 129 del tercero (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de problemas por temas.

Tema	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel	Total
Cinemática				
Movimiento rectilíneo	14	8	5	27
Caída libre	6	5	3	14

Movimiento bidimensional	6	6	6	18
Problema directo	12	5	19	36
Movimiento relativo	7	3	4	14
Cinemática de la rotación	7	9	6	22
Dinámica				
Estática	7	10	5	22
Partículas	22	5	7	34
Sistema de partículas	8	9	10	27
Problema directo e inverso	3	4	8	15
Impulso y momento lineal				
Impulso y momento lineal	10	14	12	36
Trabajo y energía				
Trabajo	10	7	7	24
Teorema del trabajo y la energía	12	12	8	32
Conservación de la energía	9	8	6	23
Conservación de la energía y la cantidad de movimiento	4	5	5	14
Gravitación				
Gravitación	11	3	1	15
Dinámica de la rotación				
Dinámica de la rotación	13	10	12	35
Oscilaciones				
Oscilaciones	10	7	5	22
Total	171	130	129	430

Fuente: elaboración propia.

Mostramos a continuación algunos ejemplos de problemas donde se puede apreciar la diferencia por niveles de complejidad.

a. Primer nivel

Se tiene en cuenta:

- El contenido se presenta de forma clara.
- Las preguntas están relacionadas con contextos que le son conocidos.
- Se hace uso de un modelo representativo.

- Se hace uso de algoritmos y fórmulas conocidas.
- Se utiliza dibujos e imágenes.
- Se hacen cálculos básicos.

Propuesta de problemas del primer nivel:

i) Una piedra lanzada con una velocidad $v_o = 12 \text{ m/s}$, y formando un ángulo $\alpha = 45^\circ$ con el horizonte, cayó a tierra a la distancia S del sitio de lanzamiento. ¿Desde qué altura h habrá que lanzar horizontalmente esta misma piedra para que, al imprimirle la misma velocidad inicial v_o , caiga en el mismo sitio?

Solución:

$$x = \frac{v_o^2 \sin(2\alpha)}{g}; 2\alpha = 90^\circ \rightarrow x = \frac{v_o^2}{g} \quad (1)$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2; x = v_o t \rightarrow x = v_o \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2)$$

De (1) y (2) se obtiene: $h = \frac{v_o^2}{2g} = 7,34 \text{ m}$

ii) Un cazador le apunta con su fusil horizontalmente a una presa que se encuentra a una distancia L . Si en el mismo instante en que el cazador dispara, la presa se deja caer. Determine cuánto descende la presa antes de caer abatida por el disparo. La velocidad inicial del proyectil es v_o .

Solución:

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \text{ (para el proyectil y la presa)} \quad (3)$$

$$x = v_o t = v_o t = L \quad (4)$$

De (4) se obtiene: $t = \frac{L}{v_o} \quad (5)$

Sustituyendo (5) en (3) se obtiene: $y = \frac{1}{2} g \left(\frac{L}{v_o}\right)^2$

La presa descenderá una altura: $h = \frac{g L^2}{2 v_o^2}$

iii) En una feria, los clavadistas se dejan caer desde una plataforma 24,4 m por encima de un estanque. Según el anunciador, los clavadistas entran en el

agua a 29 m/s. Ignore la resistencia del aire. ¿Es verdad lo que dice el anunciador? ¿Puede una clavadista saltar hacia arriba desde la plataforma y, salvando la tabla, entrar en el agua a 29 m/s? De ser así, ¿qué velocidad inicial requiere? ¿Se puede alcanzar esa velocidad?

Solución:

Sabemos que: $V^2 = V_o^2 + 2 g h \quad (6)$

De (6) se obtiene: $v = \sqrt{2gh} = 21,9 \text{ m/s} \quad (7)$

(el anunciador miente)

En esas condiciones, para llegar al agua con 29 m/s, debió caer de una altura, que se obtiene de (7):

$$h = \frac{v^2}{2g} = 42,9 \text{ m}$$

Luego se debió elevar 18,5 m por encima del trampolín, si lo lograra al elevarse los 18,5 m, al regresar y pasar por el trampolín, tendría:

$$v_a^2 = v_{ot}^2 + 2gy_o \Rightarrow v_{ot} = \sqrt{v_a^2 - 2gy_o} = 19 \text{ m/s}$$

(es imposible alcanzar esa velocidad)

iv) Una persona asciende por una escalera mecánica quieta de 15 m de longitud en 90 s. Estando de pie en la misma escalera, ahora en movimiento, la persona es transportada en 60 s. ¿Cuánto tiempo le tomaría a esa persona ascender por la escalera en movimiento? ¿Depende la respuesta de la longitud de la escalera?

Solución:

a) La velocidad de la persona en la escalera en movimiento (v) sería igual a la velocidad de la persona ascendiendo con la escalera quieta (v_e') más la velocidad de la persona quieta con la escalera en movimiento (v_e'').

$$v = v_e' + v_e'' \quad (8)$$

$$v = \frac{L}{t}; v_e' = \frac{L}{60}; v_e'' = \frac{L}{90} \quad (9)$$

Sustituyendo (9) en (8) obtenemos: $\frac{L}{t} = \frac{L}{60} + \frac{L}{90}$

De donde: $t = 180/5 \text{ s} = 36 \text{ s}$.

b) No depende de la longitud L .

v) Un pasajero nervioso en un avión que despegue, se quita su corbata y la mantiene suelta en sus dedos, observa que durante la carrera de despegue, que dura 30 s, la corbata forma un ángulo de 15° con la vertical.

- a) ¿Cuál es la velocidad del avión en el despegue?
 b) ¿Cuánta pista necesita para despegar?

Solución:

a) La velocidad de despegue sería el producto de la aceleración adquirida por el avión por el tiempo de la carrera de despegue, esto es:

$$v = at \quad (10)$$

Se puede obtener además que:

$$T \sin(\theta) = ma$$

$$T \cos(\theta) = mg$$

De donde se obtiene que: $a = g \tan(\theta)$ (11)

Sustituyendo (11) en (10):

$$v = g \tan(\theta) t = 9,8 \text{ m/s}^2 \tan 15^\circ 30 \text{ s} = 78,7 \text{ m/s}$$

b) $\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \tan(\theta) g t^2 = 1181,66 \text{ m} = 1,2 \text{ km}$

b. Segundo nivel

Se tiene en cuenta:

- Se trabaja con modelos.
- Se integran y relacionan diferentes conceptos.
- Se razona con flexibilidad.
- Se resuelven problemas que implican el razonamiento visual.
- Se trabaja con tablas gráficos o fórmulas.

Propuesta de problemas del segundo nivel:

vi) Una curva circular de carretera está proyectada para vehículos a 70 km/h.

- a) Si el radio de curvatura es de 120 m, ¿cuál es el ángulo correcto de sobreelevación de la carretera?
 b) Si la carretera no se sobreeleva, ¿cuál es el mínimo coeficiente de fricción estática entre las

llantas y el pavimento para evitar que los vehículos se patinen a esa velocidad?

Solución (figura 1):

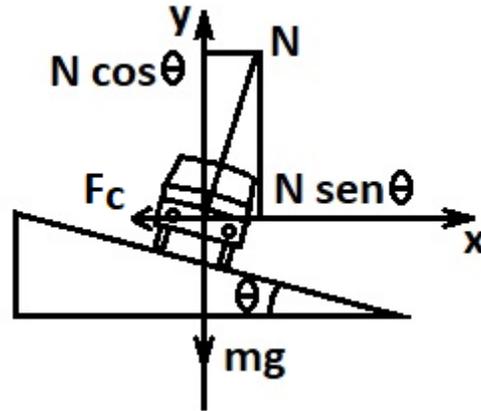


Figura 1. Diagrama problema vi). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

a) De la figura 1 se obtienen:

$$N \sin(\theta) = \frac{mv^2}{R} \text{ y } N \cos(\theta) = mg \quad (12)$$

Uniendo las igualdades de (12) obtenemos:

$$\tan(\theta) = \frac{v^2}{Rg} = 0,32 \Rightarrow \theta = 17,82^\circ$$

b) Si la carretera no se sobreeleva, se sustituye (12) por (13):

$$\mu \cdot mg = \frac{mv^2}{R} \quad (13)$$

Obteniendo: $\mu = \frac{v^2}{gR} = 0,32$

vii) Una partícula se mueve en la dirección positiva del eje X, de modo que su velocidad varía de según la ley $v = \alpha \sqrt{x}$, donde α es una constante positiva. Teniendo en cuenta que en el momento $t = 0$ se encontraba en el punto $x = 0$. Determinar:

- a) La dependencia de la velocidad y la aceleración respecto al tiempo.
 b) La velocidad media de la partícula en el tiempo, en el transcurso del cual recorre los 5 metros.

Solución:

$$a) v = \alpha\sqrt{x} = \frac{dx}{dt} \rightarrow \frac{dx}{\sqrt{x}} = \alpha dt \quad (14)$$

$$\text{Integrando (14) obtenemos: } 2\sqrt{x} = \alpha t + c \quad (15)$$

Evaluando condiciones iniciales, para $t = 0, x = 0$, en (15) obtenemos que $C = 0$.

$$\text{De (15) se obtiene } x = \frac{\alpha^2}{4} t^2$$

$$\text{Como } v = \frac{dx}{dt} \text{ se obtiene: } v = \frac{\alpha^2}{2} t$$

$$\text{Como } a = \frac{dv}{dt} \text{ se obtiene: } a = \frac{\alpha^2}{2}$$

$$b) \langle v \rangle = \frac{x - x_0}{t - t_0} = \frac{x}{t}$$

$$\text{Como } x = \frac{\alpha^2}{4} t^2 = S \text{ y } t = \frac{2}{\alpha} \sqrt{S}$$

$$\therefore \langle v \rangle = \frac{\alpha^2}{4} t = \frac{\alpha^2}{4} \frac{2}{\alpha} \sqrt{S} = \frac{\alpha}{2} \sqrt{S}$$

viii) En una varilla, situada formando un ángulo θ con la vertical, está montada una bolita, la varilla gira a la velocidad angular w en torno al eje vertical (figura 2).

a) Si la varilla es lisa, determinar la distancia R de la bolita al eje, para la cual se encuentra en equilibrio.

b) Si la varilla es rugosa y el coeficiente de rozamiento estático es μ , ¿A qué distancia R del eje la bolita estará en equilibrio?.

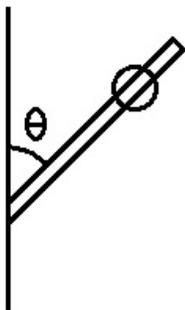


Figura 2. Esquema problema viii). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

Solución:

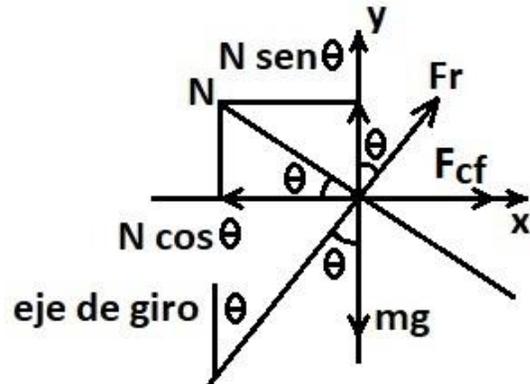


Figura 3. Diagrama de solución problema viii). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

a) De la figura 3, se obtienen:

$$N \text{ sen } (\theta) = mg \text{ y } N \text{ cos } (\theta) = mw^2 R \quad (16)$$

$$\text{De (16) podemos obtener: } R = \frac{g \cdot \text{cot } g(\theta)}{w^2}$$

b) Suponiendo que la bola tiende a bajar.

De la figura 3 se obtiene (17) y (18):

$$N \text{ sen } (\theta) + \mu N \text{ cos } (\theta) = mg \quad (17)$$

$$\text{De (17) podemos obtener: } N = \frac{mg}{\text{sen } (\theta) + \mu \text{ cos } (\theta)}$$

$$N \text{ cos } (\theta) - \mu N \text{ sen } (\theta) = mw^2 R \quad (18)$$

$$\text{De (18) obtenemos: } R = \frac{g \cdot (\text{cos } (\theta) - \mu \cdot \text{sen } (\theta))}{w^2 (\text{sen } (\theta) + \mu \text{ cos } (\theta))}$$

Suponiendo que la bola tiende a subir:

De la figura 3 se obtiene (19) y (20):

$$N \text{ sen } (\theta) - \mu N \text{ cos } (\theta) = mg \quad (19)$$

$$\text{De (19) se obtiene: } N = \frac{mg}{\text{sen } (\theta) - \mu \text{ cos } (\theta)}$$

$$N \text{ cos } (\theta) - \mu N \text{ sen } (\theta) = mw^2 R \quad (20)$$

$$\text{De (20) obtenemos: } R = \frac{g \cdot (\text{cos } (\theta) - \mu \cdot \text{sen } (\theta))}{w^2 (\text{sen } (\theta) + \mu \text{ cos } (\theta))}$$

Luego la bolita estará en equilibrio para:

$$\frac{g(\cos \theta + \mu \cdot \text{sen} \theta)}{w^2(\text{sen} \theta - \mu \cos \theta)} \geq R \leq \frac{g(\cos \theta - \mu \cdot \text{sen} \theta)}{w^2(\text{sen} \theta + \mu \cos \theta)}$$

ix) La figura 4 muestra un cuerpo de 99 kg que se puede deslizar sin fricción sobre la varilla horizontal. Si el cuerpo se une a un resorte de constante $k = 4 \text{ N/m}$ y longitud natural 5 m. Hallar la máxima velocidad que adquiere si parte del reposo.

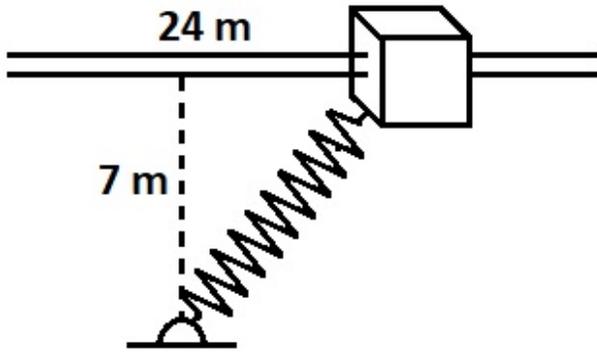


Figura 4. Esquema problema ix). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

Solución:

$$l = \sqrt{(7)^2 + (24)^2} = 25 \text{ m}$$

El sistema alcanza la máxima velocidad al pasar por la posición B (figura 5).

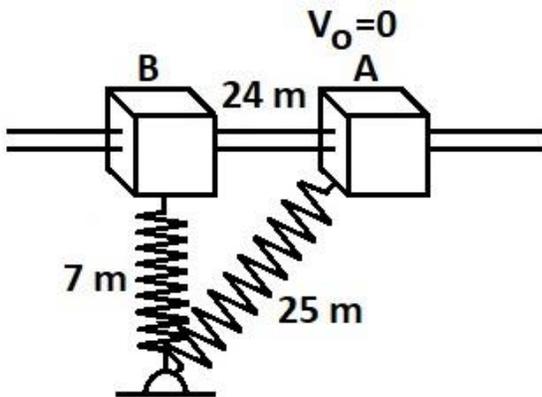


Figura 5. Diagrama de solución, problema ix). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

Cuando el carril está en A, el resorte está deformado 20 m, y cuando está en B 2 m.

Podemos plantear (21):

$$\frac{1}{2} \cdot h \cdot x_A^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 + \frac{1}{2} \cdot k \cdot x_B^2 \quad (21)$$

$$\text{De (21) obtenemos: } v_B = \sqrt{\frac{k \cdot (x_A^2 - x_B^2)}{m}} = 4 \text{ m/s}$$

c. Tercer nivel

Se tiene en cuenta:

- Se relacionan e integran conceptos.
- Se utilizan modelos de situaciones complejas.
- Se relacionan y comparan estrategias, y las extrapolan a situaciones nuevas.
- Se resuelven problemas complejos.
- Se realizan cálculos secuenciales.

Propuesta de problemas del tercer nivel.

x) Dos autos se desplazan, uno detrás del otro, en una carretera recta. Cada uno tiene una velocidad de 22 m/s y la distancia entre ellos es de 33 m. El conductor del coche posterior decide alcanzar al coche de la cabeza y para ello acelera a $2,0 \text{ m/s}^2$ hasta 32 m/s, después de lo cual continúa a esa velocidad hasta que se encuentra a 30 m por delante del otro coche. ¿Cuánto se desplaza a lo largo de la carretera el coche que adelanta, entre el principio y final de esta operación? Si un tercer coche estuviese a la vista, marchando en sentido contrario a 18 m/s, ¿cuál sería la mínima distancia de seguridad, al principio de la operación de adelantamiento, entre el tercer coche y el coche que adelanta?

Solución:

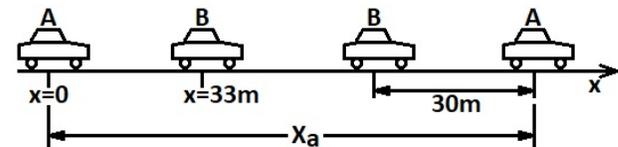


Figura 6. Diagrama problema x). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

$$a) X_A = V_{0A} t + \frac{1}{2} a_A t^2 + V_{At}'' \quad (22)$$

$$\rightarrow X_B = X_{0B} + V_{Bt}'' \quad (23)$$

$$\rightarrow t + t' = t'' \quad (24)$$

$$X_B = X_A - 30 \rightarrow X_A = X_B + 30 \quad (25)$$

Sustituyendo (23) en (25) obtenemos:

$$X_A = X_{OB} + V_B t'' + 30$$

$$X_{OB} = 33, \text{ por lo que } X_A = 63 + V_B t'' \quad (26)$$

Sustituyendo (24) en (26) obtenemos:

$$X_A = 63 + V_B (t + t') \quad (27)$$

$$t' = (X_A - 63 - V_B t) / V_B \quad (28)$$

Sustituyendo (28) en (22)

$$X_A = V_{OA} t + \frac{1}{2} a t^2 + V_A (X_A - 63 - V_B t) / V_B \quad (29)$$

Teniendo en cuenta que:

$$a = \frac{V_a - V_{oa}}{t} \Rightarrow t = \frac{V_a - V_{oa}}{a}$$

Sustituyendo estas ecuaciones en (29):

$$X_A = \frac{\frac{(V_a - V_{oa})^2}{2a} + 63 \frac{V_a}{V_b}}{\left(\frac{V_a}{V_b} - 1\right)} = 0,26 \text{ km.}$$

$$b) X_A = V_{oA} t + \frac{1}{2} a t^2 + V_A t'$$

$$\rightarrow t = (V_A - V_{oA}) / a = 5 \text{ s} \rightarrow X_A = 135 + 32 t'$$

$$\text{Por tanto: } t' = 3,8 \text{ s.}$$

$$\text{De (3): } t + t' = t'' \rightarrow t'' = 8,8 \text{ s.}$$

Este es el tiempo que el auto A se encuentra en movimiento, luego ese será el tiempo que se moverá el auto C, y recorrerá:

$$X_C = X_{OC} - V_C t'' = 414,4 \text{ m.}$$

xi) Dos partículas se mueven en un campo de gravedad homogéneo con aceleración a . En el momento inicial, ellas se encontraban en un mismo punto, y sus velocidades dirigidas horizontalmente y en sentido opuesto eran $v_1 = 3,0 \text{ m/s}$ y $v_2 = 4,0 \text{ m/s}$. Hallar la distancia entre las partículas en el momento en que los vectores de sus velocidades resulten ser mutuamente perpendiculares.

Solución:

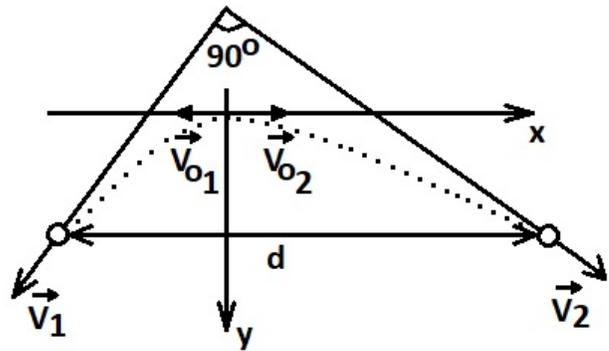


Figura 7. Diagrama problema xi). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

De la figura 7 se puede obtener que:

$$d = x_2 + (-x_1), \text{ cuando } \vec{v}_1 \perp \vec{v}_2 \quad (30)$$

$$\vec{v}_2 = v_{o2} \vec{i} + g t \vec{j} \text{ y } \vec{v}_1 = -v_{o1} \vec{i} + g t \vec{j} \quad (31)$$

$$\text{En el momento que } \vec{v}_1 \perp \vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 = 0$$

Que es el producto escalar de las igualdades de (31):

$$\Rightarrow \vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 = (-v_{o1} \vec{i} + g t \vec{j}) \cdot (v_{o2} \vec{i} + g t \vec{j}) = 0$$

$$-v_{o1} v_{o2} \cos 0^\circ + g^2 t^2 \cos 0^\circ = 0$$

$$\Rightarrow t = \frac{\sqrt{v_{o1} v_{o2}}}{g}; \quad (32)$$

$$\text{Como: } d = x_2 + (-x_1)$$

$$\Rightarrow d = |v_{o2} t| + |-v_{o1} t| = (v_{o2} + v_{o1}) \cdot t$$

Sustituyendo (32) se obtienen las distancias:

$$d = (v_{o2} + v_{o1}) \cdot \frac{\sqrt{v_{o1} v_{o2}}}{g}$$

xii) Un bote navega por un río a una velocidad que es 2,0 veces menor que la velocidad de la corriente de este. ¿Qué ángulo respecto a la corriente debe mantener el bote, para que esta lo arrastre lo menos posible durante el cruce del río? ¿A qué distancia se lo llevará abajo la corriente si la anchura del río es de 200 m?

Solución:

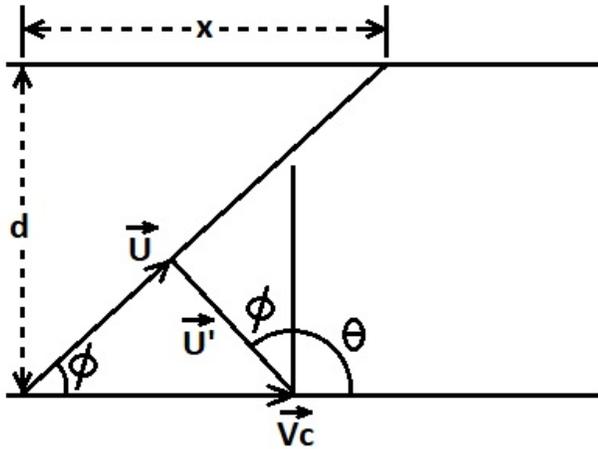


Figura 8. Diagrama problema xiii). Fuente: PICOS-RIVERS, 2022.

Conocemos que:

$$\frac{v_c}{u'} = 2,0 \rightarrow \theta = \phi + \frac{\pi}{2} \quad (33)$$

De la figura 8:

$$\text{tag } \phi = \frac{u''}{u} \rightarrow v_c^2 = u^2 + u''^2 \quad (34)$$

De (34) se obtiene:

$$u = \sqrt{v_c^2 - u''^2} \quad (35)$$

Sustituyendo (35) en (34) se obtiene (36):

$$\text{tag } \phi = \frac{u''}{\sqrt{v_c^2 - u''^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{v_c}{u''}\right)^2 - 1}} \quad (36)$$

$$\therefore \phi = \arctg \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{v_c}{u''}\right)^2 - 1}}$$

$$\phi = 30^\circ \Rightarrow \theta = 30^\circ + 90^\circ = 120^\circ$$

$$\text{Cómo: } \text{tag } \phi = \frac{d}{x}$$

$$x = \frac{d}{\text{tag } \phi} = 346,41 \text{ m} = 3,5 \times 10^{-2} \text{ km.}$$

xiii) Una partícula se mueve en el plano XY a una velocidad $\vec{v} = a\vec{i} + bx\vec{j}$, donde \vec{i} y \vec{j} son los vectores unitarios de los ejes X y Y, a y b son constantes. En el momento inicial la partícula se encontraba en el punto $x = y = 0$. Hallar:

a) Ecuación de la trayectoria.

b) El radio de curvatura de la trayectoria en dependencia de x .

Solución:

Conocemos que:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = a \rightarrow \int dx = \int a dt \rightarrow x = at + c$$

$$\text{En } t = 0; x = 0 \text{ y } c = 0 \rightarrow x = at \quad (37)$$

$$v_y = \frac{dy}{dt} = bx = bat \rightarrow \int dy = \int bat dt$$

$$y = \frac{1}{2} abt^2 + c;$$

$$\text{En } t = 0; y = 0 \text{ y } c = 0$$

$$y = \frac{1}{2} ab t^2 \quad (38)$$

De (37) y (38) eliminando t , obtenemos:

$$y = \frac{b}{2a} x^2 \text{ (Ecuación de la trayectoria).}$$

Sabemos que:

$$v_x = a \rightarrow v_y = ab t \quad v \Rightarrow = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v = \sqrt{a^2 + a^2 b^2 t^2}$$

$$a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{a^2 b^2 t}{\sqrt{a^2 + a^2 b^2 t^2}} \quad (39)$$

$$a_x = 0 \rightarrow a_y = a b \quad (40)$$

De (39) y (40) se obtiene:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = a b$$

$$a_n = \sqrt{a^2 - a_t^2} = \frac{a^2 b}{\sqrt{a^2 + a^2 b^2 t^2}}$$

$$\rho = \frac{v^2}{a_n} = \frac{a}{b} \left[1 + \left(\frac{bx}{a} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}$$

xiv) Una partícula se mueve en el plano XY con una aceleración constante \vec{w} , en el sentido negativo del eje Y. La ecuación de la trayectoria de la partícula $y = ax - bx^2$, donde a y b son constantes positivas. Determinar la velocidad de la partícula en el origen de coordenadas.

Solución:

Sabemos que:

$$y = ax - bx^2 \Rightarrow \frac{dy}{dt} = a \frac{dx}{dt} - 2bx \frac{dx}{dt}$$

$$\therefore v_y = a \cdot v_x - 2bx \cdot v_x \quad (41)$$

En el origen de coordenadas $x = 0 \Rightarrow v_y = av_x$

(41), se puede escribir como:

$$\frac{dv_y}{dt} = a \frac{dv_x}{dt} - 2b \left[\frac{dx}{dt} v_x + x \frac{dv_x}{dt} \right]$$

$$\Rightarrow w_y = a w_x - 2b (v_x^2 + x w_x).$$

Como \vec{w} está en la dirección de $y \Rightarrow w_x = 0$

$$\therefore w_y = 2bv_x^2 \Rightarrow v_x^2 = \frac{w_y}{2b} \quad (42)$$

Como $w = w_y$, de (42) se obtiene: $v_x^2 = \frac{w}{2b}$

Sabemos que: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$; y como $v_y = a v_x$

Obtenemos: $v = \sqrt{v_x^2 + a^2 v_x^2}$.

Si $v_x^2 = \frac{w}{2b}$, obtenemos: $v = \sqrt{\frac{w}{2b} (1 + a^2)}$

4. Conclusiones

La clasificación de problemas desarrollada permite agrupar problemas de física por niveles de asimilación, ordenados desde los más simples a los más complejos, con lo cual se logra un aprendizaje más efectivo y una mayor preparación del estudiante de ingeniería para resolver problemas y situaciones prácticas de su profesión.

El uso de diferentes problemas por niveles de complejidad demostró, durante varios cursos, buenos resultados en la asimilación de los contenidos de física y en el desarrollo de habilidades en la solución de problemas por parte de los estudiantes de ingeniería.

Las estrategias de solución de problemas propuestas y empleadas han servido de guía en clases prácticas para la Enseñanza de la Física y el desarrollo del razonamiento lógico, lo que se demostró a través de respuestas más completas, rápidas y precisas de los estudiantes. Los problemas seleccionados constituyen una base de datos de problemas de física empleada durante varios cursos en clases prácticas, fuente que se puede enriquecer constantemente a partir del trabajo docente.

5. Referencias

- CONCARI, S. B.; GIORGI, S. M. Los problemas resueltos en textos universitarios de física. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, n. 3, pp. 381-390. 2000.
- ELIZONDO TREVIÑO, M. S. Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. **Presencia Universitaria**, Tegucigalpa, v. 5, n. 3, pp. 70-77. 2013.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Física**. V. 1. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 658 p. 1993.
- ÍRODOV, I. E. **Problemas de física general**. Editorial MIR. Moscú: URSS. 1979.
- KÓSEL S. **Problemas de física**. Editorial Mir. Moscú: URSS. 1983.
- MADERA BLANCO, J. L. **La profesionalización de la física en la formación del técnico medio en agronomía**. 85 p. Tesis de Máster en Pedagogía Profesional. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río. 2017.
- MENDOZA-MACHADO, J. M. Estrategia metodológica para el aprendizaje de la lectura comprensiva. **Horizontes: Revista de Investigación en Ciencias de la Educación**, La Paz, v. 5, n. 17, pp. 77-92. 2021.
- PICOS-RIVERS, L. J.; CUADOR-GIL, J. Q.; MARTÍNEZ DE OSABA PICOS, C. R. El uso del criterio de D'Alembert en la solución de problemas en

- sistemas no inerciales de referencia. **Latin American Journal of Physics Education**, Ciudad de México, v. 15, n. 2, pp. 1-6. 2021.
- PORTUONDO DUANY, R. **Problemas seleccionados de física**. UPRM. Mayagüez: Puerto Rico. 2010.
- RAMÍREZ LÓPEZ, G. P. Reseña: Didáctica da Física. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, v. 16, n. 1, pp. 192-195. 2021. <https://doi.org/10.14483/23464712.17715>
- SÁNCHEZ MENDIVELSO, L. P. **La resolución de problemas como estrategia didáctica para desarrollar el aprendizaje significativo de los fluidos ideales**. 104 p. Tesis de Maestría en Docencia. Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de La Salle. Bogotá. 2007. Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_docencia/650
- SÁVCHENKO, O. Y. **Problemas de física**. Editorial MIR. Moscú: URSS. 1989.
- STRELKOV, S. P. **Ejercicios de mecánica**. Instituto del Libro. La Habana: Cuba. 1967.
- VARO MARTÍNEZ, M.; LÓPEZ QUINTERO, J. L.; PONTES PEDRAJAS, A.; PÉREZ MARTÍN, P.; VARO, E.; JIMÉNEZ VALLE, A.; MUÑOZ PEINADO, J. Recursos TICs orientados a mejorar la capacidad de razonamiento científico como estrategia de resolución de problemas de ingeniería. **Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes**, Córdoba, España, n. 5, pp. 67-72. 2018.
- VOLKENSHEIN, V. S. **Problemas de física general**. Editorial MIR. Moscú: URSS. 408 p. 1976.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física universitaria**. Vol. 1, 12.^a ed. Pearson Educación. México. 760 p. 2009.



RESEÑA: “UNA HISTORIA CON AGUIJÓN: MIS AVENTURAS CON LOS ABEJORROS”

Reseña elaborada por: **Lizeth Patricia Russy-Velandia**¹*

Cómo citar este artículo: Russy-Velandia, L. P. (2023). Reseña: “Una historia con aguijón: mis aventuras con los abejorros”. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 18(3), 591-594.

DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.21561>

Título: Una historia con aguijón: mis aventuras con los abejorros

Autor: Dave Goulson, Ph.D.¹

Traducido por: Catalina Martínez Muñoz

Editorial: Capitán Swing

Año de publicación: 2022

Ciudad: Madrid

Idioma: Español

Páginas: 200

ISBN: 978-84-124580-1-5



*BSc. Biología. Asistente de investigación. Universidad Militar Nueva Granada. Correo electrónico: est.lizeth.russy@unimilitar.edu.co/ ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7012-1025>

Introducción

Esta obra se desarrolla en diecisiete capítulos que documentan las experiencias personales desde la pasión y el trabajo del investigador y conservacionista Dave Goulson a lo largo de su vida. Desde su infancia desarrolló un gran interés por la naturaleza e insectos. Gracias a su interacción con la vida silvestre en su lugar rural de residencia, cultivó la capacidad de observación, una actitud clave para cualquier investigador. Así mismo, comenzó a dar los primeros pasos en la conservación de la vida

silvestre por medio de la construcción de jardines para la atracción de abejas y otras especies. Entre otras actividades, mostró interés de criar animales y coleccionar especímenes de insectos para estudiarlos. Dentro de sus narraciones también está implícito el cambio de paisaje rural en Inglaterra, con énfasis en el incremento de prácticas agrícolas intensivas y la pérdida de hábitats naturales que impactaron profundamente a la fauna y flora local.

En el primer capítulo, “El abejorro de pelo corto”, se narra la historia de cómo los abejorros británicos,

1 Dave Goulson es profesor e investigador en la Universidad de Sussex, especializado en la ecología y preservación de insectos, especialmente abejorros. Es autor de numerosos artículos científicos y libros académicos. Fundó Bumblebee Conservation Trust en 2006, una organización dedicada a revertir la disminución de las poblaciones de abejorros en . En 2015 estuvo entre los 50 Héroes de la Conservación por la revista *BBC Wildlife*. Correo electrónico: d.goulson@sussex.ac.uk/ ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4421-2876>

como el de pelo corto *Bombus subterraneus* (Linnaeus, 1758), fueron llevados a Nueva Zelanda durante el siglo XIX con el propósito de polinizar el trébol rojo importado. Después de varios intentos fallidos, recolectaron 282 reinas y se enviaron de vuelta, lo que resultó en su adaptación exitosa y la superación de enfermedades y parásitos que las afectaban en su país natal. Adicionalmente, en este capítulo también destacan los acontecimientos que tuvieron lugar en el Reino Unido, donde su origen varias especies de abejorros. Debido a los cambios agrícolas ocurridos durante la Segunda Guerra Mundial y la transformación del paisaje agrícola que eliminó hábitats clave para estas abejas, surgieron desafíos e incertidumbres al intentar reintroducir estas especies en su nicho original.

En el segundo capítulo, "El ciclo anual del abejorro", se introduce el contexto y el estudio detallado de los hábitos de los abejorros. Se menciona al pionero Frederick William Lambert Sladen, autor de "*The humble-bee*". Igualmente, se describe el comienzo del año para los abejorros, con la aparición de valientes reinas recién emergidas de la hibernación que buscan néctar y polen para recargar energías y prepararse para construir sus nidos. Además, se relata minuciosamente el proceso mediante el cual las jóvenes reinas establecen sus nidos. Describe el desarrollo de los huevos, su transformación en larvas y pupas hasta su emergencia como obreras que ayudarán a la reina a cuidar y alimentar a las siguientes larvas. También se relata la estrategia de las reinas en verano para dejar producir obreras y comenzar a poner huevos que desarrollarán reinas y machos, a la vez que explica cómo se cierra el ciclo anual de las abejas.

En el capítulo 3, "El abejorro de sangre caliente", se relata parte de la infancia de Goulson, marcada por su temprana fascinación por la biología animal. Diseccionó animales muertos, exploró sus anatomías y recolectó sus partes para estudiarlas. Este interés lo llevó a experimentar con la taxidermia, aunque sus intentos no fueron muy exitosos por dejar a los

animales con apariencias extrañas y no muy fieles a su apariencia natural. También, el autor relata su creciente interés por los abejorros, mediante historias de cómo los rescataba y reavivaba cuando los veía enfermos o cansados. De esta manera, aprendió gradualmente sobre su biología y comportamiento. Por último, destaca la capacidad excepcional de los abejorros para mantener la temperatura corporal elevada, incluso en entornos fríos.

Para los apasionados por la historia evolutiva de los animales y plantas, el capítulo cuatro, "Una breve historia de las abejas", no es una decepción. Se explora la historia evolutiva de las abejas, remontándose a hace 135 millones de años en el periodo cretácico, cuando la Tierra carecía de flores y abejas. Se detalla la transición desde la polinización por el viento hacia la aparición de insectos como primeros polinizadores, hecho que marcó el inicio de una simbiosis clave entre plantas e insectos. Se describe cómo las plantas evolucionaron para atraer a los insectos y facilitar la polinización, lo cual llevó al surgimiento de las abejas como especialistas recolectoras de néctar y polen. En este capítulo se remarca la diversificación de las abejas a lo largo del tiempo, desde sus orígenes hasta la actualidad; se resaltan las amenazas que enfrentan debido a la actividad humana y la contribución vital de estos insectos a la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

En el capítulo cinco "Como encontrar como el camino a casa", se compara sentido de orientación entre aves y abejorros. Se explica cómo las aves pueden regresar a sus nidos desde distancias considerablemente largas, utilizando una combinación de varios métodos de orientación, incluyendo el sol, las estrellas y la detección del campo magnético de la Tierra. Asimismo, se comparan los experimentos realizados con abejorros, revelando su capacidad para memorizar puntos de referencia cercanos a sus colmenas y regresar desde distancias de hasta 15 kilómetros. Se puntualiza la importancia de estos puntos de referencia en la capacidad de los abejorros para orientarse y se enfatiza en la necesidad

de aumentar los parches de flores en el paisaje para ayudar a las especies de abejorros menos comunes a sobrevivir. Además, se introduce un innovador sistema de radar armónico para rastrear los patrones de vuelo de los abejorros, con lo cual se brinda una visión más detallada sobre la búsqueda de alimento en su hábitat.

Posteriormente, en el capítulo "Consuelda y mal olor de pies", Goulson menciona brevemente su experiencia como profesor en la Universidad de Southampton y su fascinación por la observación de abejorros en el Parque Country Itchen Valley. Relata su entrada en el mundo académico, y destaca la peculiaridad del proceso de selección de profesores universitarios basado principalmente en la investigación más que en habilidades de enseñanza. A partir de allí, se enfoca en su estudio detallado de abejorros y las flores de "consuelda", gracias al cual descubre cómo las abejas prefieren ciertos colores y cómo extraen néctar de las flores. Además, profundiza en cómo las abejas detectan las flores con mayor néctar, a la vez que revela su capacidad para distinguir los pies de otras abejas en flores previamente visitadas y cómo utilizan estas señales de olor para optimizar su recolección de néctar.

En "Diablos de Tasmania", séptimo capítulo, se plantea la problemática derivada de la introducción de abejorros no nativos en Tasmania. El autor examina la preocupación sobre la posible competencia de los abejorros con la fauna autóctona por recursos como el néctar y el polen, así como su influencia en la polinización de plantas nativas y la proliferación de malezas exóticas. Durante una exhaustiva investigación se comparó el efecto de los abejorros y las abejas melíferas en las poblaciones de abejas autóctonas. Los hallazgos plantean inquietudes éticas y prácticas sobre la presencia de abejas no nativas en el ecosistema, hecho que implica considerar cuidadosamente los riesgos antes de liberar abejas fuera de sus hábitats naturales.

El capítulo 8 "Quinn y Toby, los perros rastreadores de abejorros" se enfoca en la dificultad de encontrar nidos de abejorros y en la importancia de comprender sus hábitos de anidación para ayudar a estas especies en declive. Brinda una visión sobre los lugares donde se establecen los nidos, desde montañas de compost hasta cajas nido. Se resaltan los esfuerzos para localizar estos nidos mediante encuestas públicas y experimentos con perros adiestrados. Los intentos de adiestrar estos perros, como Quinn y Toby, han demostrado cierto éxito en la localización de nidos, pero con limitaciones notables.

Dentro del capítulo nueve, "Abejas guerreras", se explora el lado escondido de las sociedades de abejas. Pese a su imagen pacífica y su comportamiento social aparentemente altruista, se revelan luchas jerárquicas violentas día tras día. Lo anterior se relaciona con la genética de las abejas y se explica por su complejo sistema de apareamiento y herencia genética que afecta las relaciones entre los individuos dentro de la colonia.

En el capítulo diez, que se traduce de "Cuckoo Bumblebees" a "Abejorro cuco", se mencionan las adaptaciones de las abejas cuco que tienen comportamiento cleptoparasítico al depositar huevos en los nidos de otras especies de abejas. Aquí se destaca cómo especies de aves, así como las abejas, llevan a cabo estrategias similares de infiltración en los nidos de otras especies para aumentar su descendencia.

En el capítulo once, "Enemigos de las abejas", el autor se enfoca en las defensas naturales que poseen los abejorros para enfrentar su entorno y enemigos a nivel solitario y en sus nidos. Así mismo, se expone la importancia de su aguijón, las señales de advertencia en su patrón de coloración para engañar a sus depredadores. También, se listan los depredadores naturales de los abejorros, aves, ratones de campo y topos, así como insectos parásitos que atacan nidos de abejas. En la parte final se resalta el papel de la investigadora Stephanie O'Connor en la identificación y estudio de los depredadores y parásitos de los nidos de abejas.

El capítulo doce, “Los pájaros y las abejas”, se enfoca en los comportamientos de apareamiento de los abejorros, y su similitud con algunas aves; se explican sus estrategias y patrones en la búsqueda de pareja, entre ellas *hilltopping* y *patrolling*. Se puntualiza la complejidad y la diversidad de las estrategias de apareamiento de los abejorros, las cuales revelan detalles sorprendentes y comportamientos enigmáticos de estos fascinantes insectos. En el capítulo trece, “¿Importa el tamaño?”, Goulson explica las diferencias de tamaños que se pueden encontrar entre abejorros y abejas melíferas. Además, detalla los experimentos realizados para entender por qué ciertas abejas son más grandes y si esta diferencia influye en su eficiencia al recolectar néctar y polen. Además, se exploran las preferencias florales y cómo la variación en el tamaño de las abejas se adapta a diferentes tipos de flores, hecho que demuestra la complejidad de esta interacción entre los insectos y su entorno floral.

El capítulo catorce, “Ketchup e inmigrantes turcos” desarrolla la idea de exportar colonias de abejorros. Explica el aumento y riesgos de su comercio; destaca su principal actividad en la polinización de cultivos y su expansión nivel mundial. Se plantean beneficios en la agricultura gracias a la cría masiva; pero, a su vez, plantea preocupaciones desde el punto de vista biológico.

El capítulo quince, “Chez Les Bourdons”, o al español la morada de los abejorros se relaciona con la pasión de Goulson por la jardinería y la vida silvestre que lo impulsaron a aventurarse a comprar una granja en una zona rural en Charente (Francia). La transformación de la granja en un refugio natural donde la intervención humana es mínima, se tratan temas de restauración de suelo, la siembra de leguminosas como fuente de recursos para los abejorros y promover la diversidad floral. Al final de capítulo se menciona la urgencia de proteger

entornos naturales, y se concluye con la defensa de la preservación de estos prados floridos como un acto fundamental y enriquecedor para la humanidad. El capítulo dieciséis, que es la corona de la obra, “Una ayuda para los abejorros”, muestra cómo el gran interés y preocupación de Goulson por los abejorros del Reino Unido logró mover adeptos y proponer soluciones. En este capítulo se habla centralmente de las razones del declive de los abejorros y describe la conformación de la fundación Bumblebee Conservation Trust (BBCT), un hito importante en la vida del autor y de estos insectos. Se resalta la importancia de la acción colectiva y el valor en conjunto de las pequeñas acciones.

En el capítulo diecisiete, “El retorno de la reina”, se relata cómo ha sido el gran trabajo de reintroducir al abejorro de pelo corto *Bombus subterraneus* (Linnaeus, 1758) en el Reino Unido después de desaparecer durante años. Así mismo, se describe el proceso del trabajo conjunto con agricultores y expertos para crear áreas que contengan una amplia oferta floral. Sin embargo, no todo parece ser tan sencillo, se deben hacer esfuerzos significativos para ayudar a la vida silvestre y concientizar sobre la relevancia de proteger a las abejas.

En conclusión, cualquier apasionado por los insectos y, en general, por la historia de vida relacionada con fauna y flora podría disfrutar a plenitud esta obra compuesta por un recorrido desde la biología comportamental del abejorro, con un alto nivel de profundización y sus interacciones con otros organismos, como las plantas. También la conexión que se desarrolla a lo largo del libro con una conmovedora búsqueda por salvar a los abejorros, desvela un viaje de perseverancia y colaboración desde la base de la ciencia y el trabajo con la comunidad. Finalmente, el mensaje es la importancia de la conservación y preservación de la biodiversidad para el bienestar general de las abejas.

