



TESSITURAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS SOBRE PRÁTICAS PEDAGÓGICAS EM CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA

Ieda Maria Giongo, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, Sônia Elisa Marchi Gonzatti
(Organizadoras)

Apoio:



Ieda Maria Giongo
Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Sônia Elisa Marchi Gonzatti
(Organizadoras)

Tessituras teórico-metodológicas sobre práticas pedagógicas em ciências da natureza e matemática

1ª edição



EDITORA
UNIVATES

Lajeado/RS, 2024



Universidade do Vale do Taquari - Univates

Reitora: Profa. Ma. Evania Schneider

Vice-Reitora e Pró-Reitora de Ensino: Profa. Dra. Fernanda Storck Pinheiro

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação: Prof. Dr. Carlos Cândido da Silva Cyrne



EDITORA
UNIVATES

Editora Univates

Coordenação: Prof. Dr. Carlos Cândido da Silva Cyrne

Editoração: Marlon Alceu Cristófoli

Imagem Capa: Marli Teresinha Quartieri

Avelino Talini, 171 – Bairro Universitário – Lajeado – RS, Brasil

Fone: (51) 3714-7024 / Fone: (51) 3714-7000, R.: 5984

editora@univates.br / <http://www.univates.br/editora>

T341

Tessituras teórico-metodológicas sobre práticas pedagógicas em ciências da natureza e matemática [recurso eletrônico] / Ieda Maria Giongo, Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, Sônia Elisa Marchi Gonzatti (org.) – Lajeado : Editora Univates, 2024.

Disponível em: www.univates.br/editora-univates/publicacao/420
ISBN 978-85-8167-314-1

1. Ensino. 2. Metodologia. 3. Ciências da natureza. 4. Matemática
I. Giongo, Ieda Maria. II. Rehfeldt, Márcia Jussara Hepp. III. Gonzatti, Sônia Elisa Marchi. IV. Título.

CDU: 37

Catálogo na publicação (CIP) – Biblioteca Univates
Bibliotecária Gigliola Casagrande – CRB 10/2798



As opiniões e os conceitos emitidos, bem como a exatidão, adequação e procedência das citações e referências, são de exclusiva responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a visão do Conselho Editorial da Editora Univates e da Univates.

APRESENTAÇÃO

Caros(as) leitores(as)!

O grupo de pesquisa Práticas, Ensino e Currículos (PEC/CNPq/Univates) desenvolve investigações tendo por premissa pesquisar com a escola, em detrimento de “na, a ou sobre a escola”, pautando questões vinculadas a processos educativos, notadamente no âmbito da matemática e das ciências da natureza. As integrantes pesquisadoras atuam em dois programas de Pós-Graduação na Universidade do Vale do Taquari - Univates e têm mantido parcerias com investigadores brasileiros e de distintas nacionalidades que problematizam temáticas semelhantes. Tais parcerias forneceram elementos para a composição deste e-book, com quinze capítulos gerados por pesquisadores e pesquisadoras pertencentes ao grupo, bem como oriundos(as) de distintas universidades brasileiras e colombianas. Estas pesquisas versam sobre temas alusivos à formação inicial e continuada de docentes, tendências no ensino de ciências exatas e educação de jovens e adultos. Os referenciais teórico-metodológicos que sustentam as investigações são distintos, porém os objetivos coadunam na medida em que almejam, nesses cenários contemporâneos, pensar outras possibilidades para os processos de ensino e de aprendizagem da matemática e ciências da natureza em todos os níveis de ensino.

No primeiro capítulo, Zulma Estela Muñoz Burbano problematiza a formação de professores em ciências naturais da região de Pasto, Colômbia, enfocando, sobretudo, os campos disciplinar e didático. Os também pesquisadores colombianos María-Fernanda Mejía-Palomino, Andrea Cárcamo Bahamond e Diego Garzón Castro explicitam um conjunto de atividades de aprendizagem dirigidos a dois futuros professores, por meio de uma trajetória hipotética de aprendizagem preliminar (THAp) sobre funções quadráticas.

Estratégias didáticas também estão presentes no artigo de Hernán Modesto Rivas-Escobar e Gloria Cristina Luna-Cabrera. Sob o título Estratégias didáticas para la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental en una comunidad rural, os autores aludem que a participação da comunidade educativa no desenho e desenvolvimento de estratégias didáticas pode fortalecer os processos de ensino das ciências naturais no âmbito da educação ambiental.

O último artigo dos colegas colombianos, de autoria de Darío Fernando Fajardo-Fajardo, Ayda Lilia Caicedo-Bravo e Sandra Rebeca Echeverry-Potosi, tem como objetivo evidenciar o fortalecimento das competências científicas e tecnológicas num grupo de vinte e cinco instituições educativas vinculadas ao departamento de Nariño - Colombia, quando aplicados elementos da robótica como estratégia para resolução de problemas.

O artigo que abre a participação de pesquisadores brasileiros intitula-se Infância como possibilidade para pensar a formação do professor que ensina ciências exatas. João Carlos Pereira de Moraes expressa que os educadores matemáticos que trabalham com crianças na Educação Infantil, necessitam olhá-las como sujeitos potentes também nos processos de ensino. Disso decorre uma gama de potencialidades para pensar na formação de professores, também no âmbito das ciências exatas neste, nível de ensino

O sexto capítulo - Uma ação pedagógica para a etnomodelagem em três abordagens culturais/antropológicas - de autoria de Milton Rosa e Daniel Clark Orey - problematiza como, usualmente, no âmbito da educação matemática, apregoa-se a utilização da

Matemática unicamente como um conhecimento universal, tendo em vista o preconceito existente no desenvolvimento de atividades amparadas nos fazeres e saberes locais. Nesse sentido, os autores propõem um processo de etnomodelagem, a intersecção entre a modelagem e a etnomatemática, para a valorização das matemáticas geradas por distintos grupos culturais, possibilitando, assim, o acesso à tradução e consequente avaliação das situações problemas por eles enfrentados.

O próximo capítulo, de natureza essencialmente teórica, escrito por Sônia Elisa Marchi Gonzatti, João Victor Antonioli, Mariângela Barbon e Paula Vitória Pellenz, evidencia as potencialidades do ensino por investigação para a promoção de práticas pedagógicas nos anos iniciais do ensino fundamental. Partindo da ideia da necessidade de incluir práticas vinculadas à produção, comunicação e validação de conhecimentos no âmbito das ciências exatas, os autores entendem que as Sequências de Ensino Investigativo (SEI) podem ser potentes para fazer emergir distintas atividades ligadas aos conhecimentos científicos desenvolvendo, também, processos argumentativos.

Os processos de ensino também são problematizados no oitavo capítulo, agora na ótica da educação de jovens e adultos. Fernanda Wanderer e Daiane Martins Bocasanta abordam a Educação Matemática em suas intersecções com a Educação de Jovens e Adultos por meio dos resultados de duas investigações, realizadas em tempos e espaços diferentes. As autoras inicialmente mostram como ambas investigações problematizaram marcas nos processos educativos na EJA, bem como atuaram de forma decisiva para o planejamento de práticas pedagógicas endereçadas a seus estudantes.

O nono artigo também aborda questões atinentes a grupos usualmente invisibilizados no âmbito do ensino da matemática. Ronan Guimarães Cardoso, Daiane Kipper, Maria de Fátima Nunes Antunes e Marli Teresinha Quartieri analisam um conjunto de investigações desenvolvidas, apontando que estas ressaltam a importância de, além de respeitar, reconhecer elementos da cultura surda - em especial a Libras - nos processos de ensino e de aprendizagem da matemática. Também evidenciam a importância, nos ambientes escolares, da existência de profissionais ligados à tradução e interpretação da Libras.

As pesquisadoras Márcia Jussara Hepp Rehfeldt e Marli Teresinha Quartieri fazem uso de resultados obtidos em um estudo bibliográfico e, no décimo capítulo, discutem elementos da metodologia de investigação matemática, analisando como tarefas abertas destinadas aos estudantes de qualquer nível de ensino podem ser produtivas para que eles formulem conjecturas e estratégias. Sob as lentes da investigação matemática, discutem sobre a importância de, neste processo, o professor atuar como mediador, fomentando a autonomia e o engajamento dos estudantes na solução das tarefas.

No décimo primeiro capítulo, a ideia da cartografia social com ferramenta de pesquisa em etnomatemática nos anos iniciais do ensino fundamental é discutida por Marcos Marques Formigosa e Ieda Maria Giongo. Partindo do pressuposto de que os processos de ensino são atravessados por situações cotidianas e inusitadas, ou seja, em constante transformação, em especial em práticas pedagógicas desenvolvidas junto a povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais, os autores apostam na pesquisa em sala de aula. No entanto, aludem que, diante dos desafios de atuação nestes espaços, é produtivo optar por uma relação dialógica permanente, tanto no aspecto individual, quanto coletivo.

O ensino de matemática e a formação de professores para os anos iniciais também são problematizados no capítulo denominado Ensino de matemática nos anos iniciais: análise

de uma tarefa investigativa sobre referencial e deslocamento desenvolvida com professores de anos iniciais, de autoria de Ivanildo Rigotti, Sônia Elisa Marchi Gonzatti e Márcia Jussara Hepp Rehfeldt. Os autores, a partir dos resultados obtidos com o desenvolvimento de uma tarefa de investigação matemática, em encontros de formação continuada com professores de anos iniciais, concluíram que os participantes conseguiram realizar a tarefa, mas a consideraram muito difícil para ser desenvolvida com as crianças, especialmente do 1º ao 3º ano. Por conta disso, elaboraram sugestões para adaptar a tarefa à realidade escolar. Também apregoam a importância de considerar os saberes dos professores na proposição de atividades desta natureza.

Atividades investigativas nos anos iniciais seguem sendo discutidas no décimo terceiro capítulo, agora sob a ótica de duas professoras. Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, Ieda Maria Giongo, Marli Teresinha Quartieri, Sônia Elisa Marchi Gonzatti, Bianca da Silva Haubert, Carolina Soares Arcari e Mariella Moreira Araújo, por meio de uma investigação qualitativa, analisam a entrevista realizada com duas professoras dos anos iniciais que, ao longo de três anos, participaram como voluntárias num grupo de estudos coordenado por pesquisadoras de uma universidade comunitária gaúcha. Estas professoras desenvolveram com seus estudantes um conjunto de tarefas de natureza investigativa e, por meio deste processo, proveram *feedbacks* para o processo de elaboração e validação das tarefas. Segundo as docentes entrevistadas, é importante resolver tarefas em que todos possam colaborar. Ainda, narram que, depois das práticas desenvolvidas, seus estudantes não se restringiram apenas a realizar contas nas aulas de matemática, fazendo uso, dentre outros, de cálculos orais e distintas estratégias.

O ensino investigativo, agora sob a ótica das transformações químicas, é destacado no capítulo de Edna Neves da Silva Cavasin e Sônia Elisa Marchi Gonzatti. Fazendo um recorte da uma dissertação, as autoras evidenciam que o objetivo central consiste em investigar como a experimentação investigativa facilita o ensino de Química em uma turma de 2º ano do ensino médio. Como resultado apontam que a SEI mostrou-se potente para articular os domínios conceitual e epistêmico dos conhecimentos científicos. No primeiro, foi possível visualizar indícios de melhorias na aprendizagem e compreensão de conceitos químicos. Já no domínio epistêmico, constataram que os estudantes foram se habituando com estratégias que fomentam a construção de conhecimentos.

O último capítulo segue com a problematização de tarefas investigativas, porém, no âmbito da matemática para os anos iniciais - especificamente com o uso de sólidos geométricos. Nessa ótica, Cristiane Raquel Kern e Márcia Jussara Hepp Rehfeldt tiveram o objetivo de explorar elementos de alguns sólidos geométricos, por meio de Tarefas Investigativas, junto a um grupo de cinco professoras dos anos iniciais. Amparadas sobretudo na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), as autoras mostram, dentre outros, que explorar a planificação e construções de alguns sólidos geométricos é muito potente para auxiliar os alunos na construção do pensamento geométrico. Também foi possível evidenciar que o desenvolvimento das Tarefas Investigativas foi central para que as professoras tivessem clareza acerca do ano escolar em que se pode utilizar determinadas tarefas.

Com esta gama de capítulos, esperamos que os leitores possam, por um lado, adensar os referenciais teórico-metodológicos que sustentaram as investigações que deram origem aos capítulos e, por outro, apostar em práticas pedagógicas assentadas nestes referenciais como forma de pensar outros modos de ensinar e aprender matemática e ciências da natureza na contemporaneidade.

Por fim, convém tecer duas ressalvas e um comentário. A primeira diz respeito à escrita de artigos em português e espanhol. Optamos por não traduzir os dos colegas colombianos, respeitando, assim, seus escritos originais. Decorrente da primeira, a segunda ressalva está condicionada ao quesito formatação. Esta também é diferenciada no que diz respeito às referências bibliográficas e a presença ou não de resumos, escolha dos autores. O comentário visa a agradecer a Universidade do Vale do Taquari - Univates, pelas horas de pesquisa destinada ao grupo e aos fomentos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), sem os quais esta obra não poderia ser publicada. Também agradecemos aos autores e às autoras que dedicaram tempo e energia para o compartilhamento de suas experiências.

Boa leitura!

Ieda Maria Giongo
Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Sônia Elisa Marchi Gonzatti
Organizadoras

SUMÁRIO

1	CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE: ANÁLISIS DESDE UN CURSO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS.....	9
2	EL DISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE DE DOS FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS A PARTIR DE UNA TRAYECTORIA HIPOTÉTICA DE APRENDIZAJE PRELIMINAR SOBRE FUNCIÓN CUADRÁTICA	22
3	ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN UNA COMUNIDAD EDUCATIVA RURAL	38
4	LA INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA APLICADA A LA ROBÓTICA	50
5	INFÂNCIA COMO POSSIBILIDADE PARA PENSAR A FORMAÇÃO DO PROFESSOR QUE ENSINA CIÊNCIAS EXATAS PARA CRIANÇAS.....	64
6	UMA AÇÃO PEDAGÓGICA PARA A ETNOMODELAGEM FUNDAMENTADA EM TRÊS ABORDAGENS CULTURAIS/ANTROPOLÓGICAS	72
7	O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA PROMOÇÃO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL.....	95
8	EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS, MATEMÁTICA E RELAÇÕES DE GÊNERO	108
9	CULTURA SURDA E O ENSINO DE MATEMÁTICA: DISCUSSÃO DE ALGUNS ESTUDOS EFETIVADOS....	122
10	REFLEXÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE TAREFAS INVESTIGATIVAS	135
11	A CARTOGRAFIA SOCIAL COMO FERRAMENTA DE PESQUISA EM ETNOMATEMÁTICA.....	155
12	ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS: ANÁLISE DE UMA TAREFA INVESTIGATIVA SOBRE REFERENCIAL E DESLOCAMENTO DESENVOLVIDA COM PROFESSORES DE ANOS INICIAIS	169
13	TAREFAS INVESTIGATIVAS: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES NA PERSPECTIVA DE DUAS PROFESSORAS DOS ANOS INICIAIS	179
14	TUDO SE TRANSFORMA: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS	193
15	TAREFAS INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS NOS ANOS INICIAIS	205

1

CONOCIMIENTO PROFESIONAL DOCENTE: ANÁLISIS DESDE UN CURSO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Zulma Estela Muñoz Burbano¹

Resumen: En este documento se presenta una reflexión a partir de los hallazgos de la investigación denominada “Carencias disciplinares, pedagógicas y didácticas de los egresados de los programas de pregrado de la Facultad de Educación en Pasto y Tumaco de la Universidad de Nariño” que toma como base la formación de los profesores en ciencias naturales específicamente en el campo disciplinar y didáctico; de ahí la necesidad de la reflexión frente a la constitución de los programas curriculares alrededor de la interdisciplinariedad, buscando la integración del saber disciplinar, didáctico y pedagógico. El objetivo del documento es: plantear una perspectiva analítica sobre los procesos formativos del profesorado de ciencias; asimismo, reconocer las prácticas que permitan el abordaje de las ciencias en su práctica docente.

Palabras clave: Formación de licenciados; educación en ciencias naturales; didáctica de las ciencias.

Introducción

La educación científica en Colombia tiene entre otros, problemas relacionados a la imposibilidad de presentar una versión de la actividad científica y tecnológica como una unidad necesaria del nuevo contexto cultural (Gallego, Pérez y Figueroa, 2013), en el ejercicio docente de la educación en ciencias se evidencia un apego a ciertos contenidos y a los programas escolares que desde hace tiempo se consideran arcaicos (Aliberas, 2005), situaciones que, se ven reflejados en la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos y esto a su vez, se relaciona fuertemente con la formación de profesores en esta área.

Desde esta perspectiva, se considera necesario y pertinente el análisis sobre la formación de los profesores. Situación que se puede dar desde muchos frentes: la tensión entre pedagogía y saber disciplinar, los modelos de práctica pedagógica, los núcleos comunes y muchos otros aspectos igualmente importantes (Calvo, Lara, & García, 2004). En el presente escrito, se realiza unas aproximaciones reflexivas sobre los problemas de formación del profesorado en lo disciplinar y didáctico, así como la constitución de los programas curriculares, alrededor de la interdisciplinariedad, buscando la integración del saber disciplinar, didáctico y pedagógico.

Una mirada crítica a la formación de profesores en ciencias Naturales

La formación de profesores en ciencias naturales enfrenta una serie de problemáticas relacionadas con aspectos de la enseñanza – aprendizaje, es decir, en palabras de Mellado y González (2000), con la capacidad de comprender y aplicar las teorías del aprendizaje de las ciencias, las cuales cuentan con particularidades propias de su naturaleza -experimentación,

¹ Coordinadora del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Universidad de Nariño.

trabajo de campo, observación, entre otras. También, con la incapacidad de aplicar, adecuar, contextualizar y posibilitar las teorías del aprendizaje de las ciencias, limitándose en muchos casos a estrategias de enseñanza de las ciencias atemporales a las situaciones y los sujetos (Moreno y Esperanza, 2014).

Además, algunos elementos referidos a la enseñanza- aprendizaje de las ciencias en el proceso de formación de los docentes tienen que ver con la incapacidad de resolver problemas en ciencias, el uso de herramientas y escenarios como el laboratorio escolar, incidir en las ideas intuitivas de los alumnos sobre algunos temas propios de las ciencias, no contar con la actitud o motivación suficiente para enseñar, asimismo, poseer una inmadurez intelectual que le impide cuestionar su propia práctica, entre otras (Bolívar, 2005; Gómez, 2010).

En concreto, Lamanauskas (2003) ubica cinco problemáticas presentes en la formación de profesores en ciencias naturales:

La primera, está relacionada con el hecho de que los profesores en formación no adquieren los conocimientos suficientes, necesarios y precisos sobre el contenido de las ciencias, para afrontar y asumir la enseñanza de las mismas, asimismo, no poseen los conocimientos psicopedagógicos generales y teóricos que les permitan actuar con base en los procesos mentales que acontecen al momento de aprender y aplicar el saber (Blanco et al., 1995).

La segunda, da cuenta que los profesores, y en especial, aquellos encargados del área de ciencias naturales, difieren sus conocimientos científicos dependiendo de su contexto profesional y formativo, por ejemplo, aquellos profesionales en el nivel de la básica primaria cuentan con un conocimiento científico y conservador, mientras que, aquellos que hacen parte de los niveles de secundaria y media, por lo general poseen mayores conocimientos científicos, en una buena proporción por su formación profesional disciplinar, pero inversamente proporcional a su conocimiento didáctico (Solbes et al., 2007).

La tercera, es la que propone Ostermann y Moreira (2000), donde destaca el hecho de que las ciencias naturales son un área fundamental en la escuela, que en adición a los pocos o escasos conocimientos en ciencias de los profesores que asumen las materias referidas a estas ciencias, los mismos profesores son un obstáculo para la aplicación de reformas profundas tanto a los contenidos – temas como a las prácticas que suscitan estos. Esto es evidente en un gran porcentaje de los escenarios escolares básicos y superiores, donde no se cuestionan los contenidos a impartir, y mucho menos las didácticas, estrategias, prácticas y demás elementos pedagógicos;

La cuarta, es que no se ha aprendido a enseñar desde la práctica. Para Müller y Wiesner (1998) los programas de formación de profesores no basan sus experiencias de enseñanza en atender problemáticas propias de las ciencias o de las situaciones que acontecen en los contextos educativos donde intervendrán posteriormente los profesionales.

Finalmente, la quinta, tiene varios elementos a considerar, por una parte, está el hecho de que los programas de formación no promueven la interacción con la naturaleza, asimismo, son reiterativos en el uso de la memoria y un número considerable de conocimientos que no son aplicados, además, cuentan con prácticas que realmente no forman para comprender las ciencias desde la experimentación sino desde la suposición e imaginarios (Lamanauskas, 2002 y Darling-Hammond, 2000).

La descripción realizada, se ajusta a la realidad que se vive en los programas de formación de licenciados, por las particularidades que de igual manera se han descrito. Es así como, otra de las problemáticas que se evidencian al abordar el asunto de la formación de profesores en ciencias naturales, tiene que ver con la capacidad que adquieren, desarrollan y aplican al momento de explicar los conceptos científicos; en este sentido, Loewenberg et al., (2005) considera que hay dos aspectos que permiten explorar esta situación: el primero, es que tanto los profesionales en formación como posteriormente sus estudiantes requieren de la experimentación para tener una mayor probabilidad de comprensión de los conceptos, objetos y fenómenos; el segundo, sostiene que la experiencia no es suficiente para desarrollar el conocimiento y la comprensión científica, por lo que, para que estas se desarrollen, los profesores deben ayudarles a interpretar sus experiencias y observaciones en términos de hechos, conceptos y teorías de la ciencia.

Lo anterior, reafirma la complejidad de asumir el conocimiento disciplinar -en este caso ciencias naturales- como un asunto vertebral de los procesos de formación. De ahí que, se presupone que la competencia del profesor es la piedra angular de una formación exitosa y eficaz, razón por la que esta debe ser prioritaria, al respecto, Gómez (2010) sostiene que debe pasarse de una formación basada en la ideología a una formación donde se resuelvan los problemas propios de la competencia, es decir, los modelos, los sistemas, las estrategias, entendiendo la competencia como la capacidad de participar eficazmente en una actividad de acuerdo con la cualificación, los conocimientos y las habilidades.

En atención a la cuestión sobre la formación de profesores en ciencias naturales, hay que tener presente una situación bastante común en varios países, esta tiene que ver con el desborde de información, temas, conceptos, teorías pedagógicas, profesionales, empresariales y sociales que hacen parte de la formación de estos profesionales (Vergara & Cofré, 2014). Situación que para nada asegura una buena preparación, por el contrario, no hay espacio para la profundización, ni para la estructuración de conceptos integradores que faciliten una aproximación crítica al conocimiento científico.

En adición a lo anterior, hay que tener presente que los profesionales en educación o licenciados - para el caso de Colombia - en este campo que se forman para desarrollar su práctica docente en educación básica primaria, estarán capacitados para impartir las nueve áreas del conocimiento (Ciencias Naturales y educación ambiental, matemáticas, Humanidades (lengua castellana e idioma extranjero), ética y valores, educación religiosa escolar, tecnología e informática, Ciencias sociales (democracia, política y económicas), Educación física - creación y deporte, Artística), para el caso de la primaria, además el hecho de que estén con un énfasis como el de las ciencias naturales (biología, química y física) genera bastantes desafíos, el primero es el hecho de reconocer que la formación de estos profesores es bastante compleja, lo que requiere no solo de una precisión y pertinencia de los conocimientos a abordar, sino también, de la calidad de las prácticas formativas a desarrollar; por otra parte, es indispensable una formación multidisciplinar e interdisciplinar, en donde el abordaje los fenómenos o conceptos no sea segmentado sino por el contrario integrador.

Pese a que los docentes en formación que se preparan para el desarrollo de su práctica en la educación básica secundaria tienen un componente disciplinar establecido dentro de las nueve áreas de conocimiento, su proceso de formación sigue siendo complejo. Especialmente, y como se ha descrito anteriormente, cuando el componente disciplinar es las ciencias naturales, la exigencia y complejidad son evidentes.

De este modo, para Lamanauskas (2001), la formación de profesores en ciencias naturales debería tener presente los siguientes elementos medulares:

- Primero, conciencia sobre la idea de lo que es la educación y concretamente las ciencias naturales.
- Segundo, la comprensión del conocimiento científico sobre la naturaleza.
- Tercero, la comprensión, el entendimiento y el manejo de las teorías más importantes de las ciencias naturales (por ejemplo, la teoría de la célula, etc.), las leyes (por ejemplo, la ley de conservación de la energía, etc.), los temas (por ejemplo: la teoría atómica de la materia) y los patrones consistentes (por ejemplo, la simetría, la polaridad, la periodicidad, etc.) en diferentes situaciones.
- Cuarto, el conocimiento y la comprensión de los alumnos de la escuela primaria y secundaria (en edad escolar) de sus dificultades de aprendizaje.
- Quinto, los objetivos y las tareas de la enseñanza de las ciencias naturales.
- Sexto, ser capaces de establecer los cambios necesarios a nivel teórico, conceptual y práctico de la educación en ciencias naturales.
- Séptimo, la capacidad de programar y ajustar el proceso de enseñanza de las ciencias naturales.
- Octavo, la capacidad de descubrir los propósitos de la enseñanza de las ciencias naturales.

Formación del profesor de ciencia naturales desde el contexto de la Práctica

La formación de profesores en ciencias naturales se acopla al escenario “real” de la práctica pedagógica de la enseñanza de las ciencias naturales, solo allí es posible mencionar que el profesor formado ha adquirido una competencia suficiente en este campo, cuando es capaz de llevar a la práctica o extraer de la misma los conceptos, ideas, teorías, temas y similares para la reflexión y estudio de las ciencias. En relación con lo expuesto anteriormente, en Colombia la formación en ciencias, especialmente, en lo relacionado con las ciencias modernas es una tarea que está desarrollándose, o más bien, está tomando forma (Castrillón, 2016).

Enseñar y aprender conocimientos que rigen la configuración de la vida, se convierte en un reto para las universidades, sobre todo, para las facultades de educación, encargadas de formar a los maestros en los diferentes campos del conocimiento. En ese sentido, comprender el contexto que los rodea y los nuevos avances del conocimiento y la tecnología se convierte en parte esencial de su quehacer; como lo menciona Osorio (2002), es necesaria la comprensión tecnocientífica en la que vivimos, conocer algo más «sobre» la ciencia y la tecnología, conocimiento necesario que se pierde en ocasiones en los espacios educativos; comprender el papel del conocimiento científico y tecnológico, convoca a una reflexión frente a las formas de desigualdad que ha propiciado, y como la ciencia ha transitado desde el descubrimiento, la construcción, el discurso a unas formas de poder (Rodríguez Victoriano, 2009).

Actualmente, se hace necesario entender la formación del profesorado como un cambio de pensamiento en clave didáctica, en donde el profesor en formación, recorre un camino académico y conjuga elementos de su psicología, la apropiación de una concepción teóricamente fundamentada de la enseñanza–aprendizaje de la disciplina, el conocimiento

disciplinar, la comprensión del mundo, la innovación en el aula, entre otros, para hacer parte de esas dinámicas que acontecen en el terreno de lo formativo (Parga y Mora, 2008). Específicamente, la formación de docentes de ciencias naturales y educación ambiental conlleva una complejidad importante.

El conocimiento profesional de los docentes en formación involucra abordar como campo conceptual las ciencias naturales, la educación ambiental, la formación pedagógica, la formación didáctica y en la Universidad de Nariño, la Práctica Pedagógica, que se ha denominado Práctica Pedagógica Integral e Investigativa (Reglamento práctica pedagógica integral e investigativa, 2016). De tal manera, que no solo se trata de abordar un saber disciplinar que de por sí ya es amplio -ciencias naturales- sino que además está la dimensión ambiental que conlleva otros elementos de profundidad específica, sino las áreas que conciernen a lo pedagógico y didáctico.

En ese sentido, los contenidos de ciencia y tecnología deben ser abordados desde posturas críticas y reflexivas, propiciar la eliminación de modelos de asimilación y memorización de información, extinguir la enseñanza desde conocimientos erróneos, datos acríticos, descontextualización del conocimiento, reduccionismo, determinismos y simplicidad ideologizaste, (Osorio, 2002; Vilches & Pérez, 2013; Viniestra-Velázquez, 2019); Para lograr la democratización del conocimiento científico que posibilite la participación ciudadana en la decisión sobre sus usos y formas; es decir, esto implica pasar de una crítica de la ciencia a una ciencia crítica, incorporando otras formas de conocimiento y otras formas de intervención y decisión culturales y políticas de carácter emancipatorio. (Rodríguez Victoriano, 2009).

Por otra parte, la Práctica Pedagógica Integral e Investigativa cuyo modelo integra desde el año 2004 la formación de práctica en el aula por parte de los docentes en formación, como su preparación en el campo de la investigación. Esta PPII, columna vertebral e integral de la propuesta de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Nariño, se consolida como un eje articulador e integrador de la formación de los docentes, constituyéndose además en un aspecto característico de esta propuesta.

¿Por qué la necesidad de una reflexión en este contexto específico? Los docentes de ciencias naturales y educación ambiental serán los encargados de liderar tanto en los niveles de la educación básica y media, como en contextos educativos no convencionales el fortalecimiento de una cultura científica desde el reconociendo de los diferentes avances del conocimiento y la tecnológicos. En ese sentido, Ostermann & Moreira (2000) menciona:

En la fase de preparación de los profesores nos convencemos de que sí es una fase crucial del proceso de actualización curricular. De nada sirve cambiar los programas con el fin de incluir tópicos contemporáneos toda vez que son los profesores quienes van a implementar esos tópicos en el aula y ellos pueden no estar preparados en términos de contenidos o no estar convencidos del cambio. Es decir, la actualización curricular pasa necesariamente por la actualización de los profesores en cuanto al contenido o por una predisposición para el cambio (p. 400).

Por consiguiente, se ha podido develar tres escenarios con relación al sentido, significado y práctica de la didáctica de las ciencias naturales y todas las implicaciones no solo disciplinares que esta conlleva o configura la experiencia formativa:

- El primero, tradicional, en donde la práctica del profesor se instaura como un ejercicio que valida la condición profesional, es decir, que se limita a entenderse y ejecutarse como instrucción (Vergara y Cofré, 2014).

- El segundo, el consciente y propositivo, en donde se reconoce la práctica como un lugar para y por hacer conciencia de la realidad pedagógica, educativa y formativa, pero también, con el carácter movilizador desde la alternativa educativa (Sacristán y Pérez, 1992).
- El tercero, transformacional didáctico, en donde no solo se hace consciencia de la realidad, sino que se constituye en el ejercicio, en la práctica del profesor como acto didáctico, retomando los conocimientos que convergen en el proceso educativo para significarlos y orientarlos hacia el posicionamiento crítico de los seres humanos frente a sus formas de ser y hacer en el conocimiento científico (Porlán et al., 1998).

Se asume que la comprensión del contenido es importante para la enseñanza, no obstante, todavía existen dudas con relación a lo que realmente significa. Así pues, a mediados de la década de 1980, inició una nueva tendencia de interés relacionada con la conceptualización del conocimiento del contenido de los profesores. Al respecto, Shulman (1986) y sus colegas propusieron un dominio especial de conocimiento del profesor que denominaron conocimiento pedagógico del contenido, lo que insinuó la existencia de un conocimiento del contenido propio de la enseñanza, y, asimismo, un conocimiento profesional específico de la materia, que signifique la configuración de una epistemología propia del profesor que lo diferencia de otro profesional.

Conocimiento profesional: mirando desde la teoría

De esta manera, la base de este análisis. No se trata de que, en el proceso de formación del profesorado, se dé más o menos importancia al componente disciplinar, didáctico o pedagógico o incluso la Práctica Pedagógica integrada a la investigación, se propone la estructura integradora del Conocimiento didáctico del contenido (CDC) como un nuevo eje articulador de la formación docente.

En las últimas décadas, algunos teóricos (Bolívar, 1993; Marcelo, 1993; Blanco et al. 1995; Galindo, 1998; Badillo y Azcárate, 2002; Bolívar y Salvador, 2004; Bolívar, 2005; Salazar, 2005; Valbuena, 2007; Acevedo, 2009; Gómez, 2010; Mosquera-Suárez et al., 2021) han utilizado el CDC para referirse a una amplia gama de aspectos del conocimiento de la disciplina y de la enseñanza de la disciplina, y, de hecho, se ha empleado de forma diferente tanto en las distintas áreas temáticas como incluso dentro de ellas.

Aún más, es creciente el interés por conocer lo que deben saber los profesores, lo que pone en manifiesto la necesidad por fundamentar teóricamente este fenómeno, los teóricos referenciados anteriormente proponen algunos conjuntos de conocimientos de contenido que han sido identificables para la enseñanza. Es preciso señalar que, esta línea de trabajo posee distintas vertientes como las relacionadas con: pensamiento del profesor, concepciones de los profesores respecto a la naturaleza de la ciencia, enseñanza de las ciencias, CDC, entre otras, que han puesto en evidencia la importancia de investigar sobre la formación profesoral, y recabar en el papel que representa el saber disciplinar en la formación de los educadores (Porlán et al., 1998 y Gil Pérez, 1986).-

Ahora bien, en la práctica de la enseñanza se puede ubicar esa “comprobación empírica”, donde las ideas han estado limitadas de cara a la tarea de mejorar la enseñanza y el aprendizaje, asimismo, en la renovación del plan de estudios para la preparación del contenido de los profesores, en la información de las políticas sobre la certificación y el desarrollo profesional, y en la promoción de la comprensión de las relaciones entre el

conocimiento de los profesores, la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes; sin esta comprobación, las ideas siguen siendo hipótesis prometedoras basadas en argumentos lógicos sobre el contenido que se cree necesario para los profesores.

Al respecto e infortunadamente, los cursos o asignaturas en los programas de formación de profesores tienden a ser estrictamente académicas, irrelevantes y distantes de la enseñanza en el aula; de este modo, los conocimientos disciplinarios tienden a orientarse en direcciones distintas a la enseñanza, e incluso en algunos casos, hacia los conocimientos fundamentales o principales de la disciplina.

Además, aunque hay excepciones a lo anterior, un buen porcentaje de las asignaturas para profesores, y de los cursos de formación de profesores en general, son vistos por los profesores, los responsables políticos y la sociedad en general como insuficientes, asimismo, consideran que tienen poca relación con la enseñanza y escaso efecto en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje

En ese sentido, la formación de los profesores en este campo es una de las partes constitutivas de mayor complejidad de la competencia profesional general, independientemente del nivel de escolaridad donde ejercen la profesión, con lo cual los profesores deben recibir una formación considerablemente sustantiva en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales durante su carrera, lo que apoye conjuntamente con sus prácticas su competencia profesional, que en síntesis se ubicará en la capacidad para enseñar las ciencias naturales.

Por consiguiente, la formación profesoral goza de un interés significativo, lo que ha implicado una variedad de esferas de trabajo e investigaciones que han sido formuladas en distintas vertientes, ejemplo de esto, son las relacionadas con el CDC, el pensamiento del profesor, las concepciones de los profesores, entre otros (Fernández et al., 2021). Claro está, que no hay un terrero claramente allanado en el que se profundice en la formación profesoral, específicamente, en el saber disciplinar (Martínez-Torregrosa, 2016).

En la formación de profesores se evidencia que los contenidos fundamentales en la formación disciplinar 'barren' las principales áreas de física, química y ciencias naturales (Fernández et al., 2021); un barrido del que se infiere poca profundidad en el saber disciplinar, en la construcción de las teorías y más aún, en temas relacionados con las ciencias modernas. En la etapa de preparación, los profesores acuden a los problemas educativos generalistas para abordar los temas a desarrollar, lo que resta importancia al saber disciplinar y concede un mayor protagonismo al acontecimiento pedagógico, aplazando la profundización del saber por la práctica educativa.

En adición, el proceso de preparación para la enseñanza puede resultar en una sumatoria de conocimientos disciplinares y pedagógicos (Solbes y Gavidia, 2013; Furió-Más et al., 2008), que evoca la reproducción de saberes descontextualizados y sin una verdadera interrelación didáctica y pedagógica para la enseñanza.

De este modo, el reconocimiento de los métodos y las estrategias de enseñanza que utilizan los profesores y cómo estas repercuten en los procesos de formación del sujeto, es decir, las consideraciones que forman las lógicas prácticas de orden escolar proponen un análisis de la formación de los profesores en ejercicio. Como lo menciona Acevedo (2009), es necesario un reordenamiento basado en un proceso de diferenciación que termina por instalar la idea de que los profesores ya no portan los saberes que históricamente legitimaban su posición, con lo cual se ha desdibujado su autoridad pedagógica, cuestión que afecta y

modula los vínculos que se establece con los saberes de un campo de conocimiento en la escuela.

Así, las facultades de educación y todas aquellas que forman a los profesores de ciencias, han avanzado en lo que corresponde al saber didáctico y pedagógico, sin embargo, se hace más que necesario establecer relaciones entre los estándares de calidad de la educación básica y media en Colombia y los requerimientos similares actuales con la formación del profesor (Gallego et al., 2004).

Lo anterior, es discutido en la mayoría de los escenarios académicos, dado que, si se pretende una transformación en la educación básica, es importante pensar primero en una renovación en los procesos de formación profesoral, con el fin de proporcionar herramientas básicas para enfrentar los requerimientos actuales en su formación científica, didáctica, epistemológica, pedagógica y ética.

Por esto, la estructuración de planes de estudio va más allá de disposiciones curriculares con asignaturas y contenidos mínimos, lo cuales deben surgir de una reflexión en el marco de una propuesta curricular que defina claramente los referentes epistemológicos, pedagógicos, antropológicos, psicológicos y didácticos sobre los que se suscribe un determinado programa. Lo expresado propone pensar en la necesidad de un currículo orientado en la formación disciplinar de los profesores, donde se dé cabida a la pluralidad, a la convergencia, a la complejidad.

La pretensión de un proceso de formación de docentes de ciencias naturales y educación ambiental, busca tomar como base el CDC, como elemento integrador de dicho proceso, lo que involucraría un verdadero trabajo interdisciplinar. Aprender ciencias, sobre las ciencias y su enseñanza en el contexto del conocimiento didáctico del contenido.

Por otra parte, pareciese que las ciencias naturales de por sí no son lo suficientemente interesantes para el estudiantado, esto incluye a su vez y de manera más preocupante a los profesores en formación en este campo (Solbes et al., 2007). Al respecto, Castro (1992) al igual que Gallego y Pérez (1994) concuerdan al mencionar que los profesores vinculados a este campo, deben contar con algo más allá que una somera capacidad para llamar la atención sobre el conocimiento, sino que, principalmente, deben dominar la disciplina, hasta el punto de ser capaces de relacionar el conocimiento con los acontecimientos o fenómenos más comunes del estudiantado; inclusive lo anterior no es suficiente, ya que la competencia también requiere una reflexión progresiva sobre: los procesos de enseñanza y aprendizaje, la teoría y la práctica, la necesidad de adquirir habilidades de autoevaluación cuyo objetivo es la mejora profesional continua, entre algunas.

Al respecto, Porlán et al., (1998) mencionan que la educación se ha pensado desde la idea de enseñar y aprender de manera memorística, sin sentido, en donde los contenidos son concebidos como fines y no como medios para interpretar el mundo, y los conceptos (complejos y dinámicos) se reducen a datos simples y estadísticos. En ese sentido, la mayoría de los profesores de ciencias utiliza analogías pedagógicas, basadas en el uso de símiles de la vida cotidiana, que llevan a la construcción de modelos sintéticos erróneos difíciles de superar, cuestión que es bastante común en los profesores en formación (Sinarcas y Solbes, 2013).

Aún más, la problemática también se analiza desde el uso y la práctica del profesor pensada a partir del libro de texto, que, en un gran porcentaje, maneja información que carece de rigurosidad científica, que, además, pretende ser práctico, pero cae en el error de ser impreciso. De acuerdo con Friedrichsen et al. (2009), en algunos libros de textos que se

utiliza en las instituciones educativas, se presenta una visión deformada y simplista de la evolución de la historia del conocimiento. Al respecto, Solbes et al. (2019) comentan que este tipo de situaciones perpetúan la idea de una ciencia lineal y acumulativa, en la que el conocimiento se adiciona, una teoría reemplaza a otra, sin ningún tipo de resistencia conceptual o experimental, lo que implica la necesidad de orientar los modelos educativos desde la formación científica inicial de los profesores.

A manera de propuesta

Ahora bien, en el abordaje de la cuestión sobre ¿Qué escenarios de enseñanza-aprendizaje en la formación de profesores de ciencia se pueden construir desde la interdisciplinariedad? se consideró la estructuración de unas asignaturas denominadas “seminario”, entendidas como un encuentro entre docentes de diferentes disciplinas, que permite acercarse a diversos conocimientos, experiencias y habilidades, cuyo objetivo es un diálogo de saberes que inicia con el diseño, ejecución y evaluación del seminario.

Por otra parte, en cuanto a la pregunta ¿Qué elementos conceptuales son susceptibles de trabajar de manera interdisciplinar en la formación de profesores de ciencias naturales? se integra en el aula algunos espacios específicos como: elementos conceptuales de ciencias naturales (Biología, Química y Física), educación ambiental, didáctica y pedagogía, con el propósito de interrelacionar a través de los elementos conceptuales el abordaje sobre un objeto de estudio.

En consecuencia, la propuesta, más allá de la yuxtaposición de contenidos, se ha planteado como un escenario de encuentro dialógico; por tanto, la existencia de espacios y actividades curriculares, con carácter explícitamente integrador e interdisciplinario, puede hacerse efectiva en los “seminarios” que son, proyectados como una alternativa didáctica.

El seminario de didáctica de las ciencias no corresponde a un curso normal de didáctica de las ciencias, sino a un encuentro entre el saber disciplinar y la didáctica de las ciencias, que, si bien esta última tiene su esencia en los campos conceptuales propios de las ciencias, requiere un diálogo más estrecho con los docentes del saber disciplinar en búsqueda de fortalecer el conocimiento didáctico del contenido.

Para ello se propone, que el seminario se consolide como un laboratorio de formación de didactas que articulan el saber disciplinar con la didáctica, pero en un contexto directo con docentes en formación para desarrollar el conocimiento didáctico del contenido que luego se verá fortalecido por la práctica docente y los procesos de investigación.

Teniendo en cuenta lo planteado por Agazzi (2002), la mayor dificultad en la interdisciplinariedad es alcanzar familiaridad con campos de conocimiento diferentes del propio. Sin embargo, con esta experiencia se evidencia que docentes desde un sistema de formación diferente, pero con la voluntad de trabajo dialógico y de construcción, pueden enriquecer los procesos de desarrollo curricular ligados a la formación del profesorado de ciencias. Con respecto a la propuesta, los seminarios, como espacios académicos basados en la interdisciplinariedad, requieren cambios significativos a nivel didáctico y, especialmente epistemológico, toda vez que se necesita responder a una nueva concepción de ciencia e, incluso, de formación de los docentes, situación que puede considerarse como un reto de trabajo y transformación.

Para la planeación y ejecución de los seminarios, el trabajo interdisciplinar parte de la profundización y la base disciplinar, respetando las fronteras conceptuales de las

disciplinas, estableciendo puntos de encuentro y dónde efectivamente se va a dar esa relación dialógica de los saberes, para garantizar resultados didácticos y conceptuales aceptables. La intención fue tener dos miradas que permitan una riqueza epistemológica y didáctica para la construcción de un saber que posibilite un pensamiento crítico y transformador.

En el caso específico de la didáctica de las ciencias como seminario, con un profesor formado desde la disciplina y un docente que además conjugue la formación en didáctica puede ser un espacio interesante que permita la conjugación del papel del didacta como un punto de integración entre la disciplina y su enseñanza.

Bibliografía

Acevedo, J. (2009). Conocimiento Didáctico del Contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (i): el marco teórico. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 2009, 6(1), pp. 21-46. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3715/3299>

Aliberas i Maymí, J. (2005). ¿Qué conocimiento científico enseñar en la escuela obligatoria? *Enseñanza de las Ciencias*

Badillo, E. y Azcárate, C. (2002). Conocimiento profesional del profesor de Matemática: integración del Conocimiento del Contenido Matemático y el Conocimiento Didáctico del Contenido. En: Perafán, A. y Adúriz-Bravo, A. *Pensamiento y Conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Gaia. pp. 101-116.

Blanco, L., Mellado, V. y Ruiz, C. (1995). Conocimiento didáctico del contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación de profesores. *Revista de Educación*, 307, 427-446.

Bolívar, A. (1993). Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado: el programa de L. Shulman. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16(1), 113-124.

Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 9(2), 1-39. Recuperado a partir de <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/19753>

Bolívar, A. y Salvador Mata, F. (2004). Conocimiento didáctico. En Fco. Salvador Mata, J.L. Rodríguez Diéguez y A. Bolívar (dirs), *Diccionario Enciclopédico de Didáctica*. Archidona (Málaga): Aljibe, vol. I, 195-215.

Castrillón, C. P. (2016). Estrategia didáctica para la enseñanza del modelo mecánico cuántico del átomo, mediante la implementación de la Unidad de Producción de Conocimiento (UDPROCO). Departamento de Matemáticas y Estadística.

Calvo, G., Lara, D. B. R., & García, L. I. R. (2004). Un diagnóstico de la formación docente en Colombia. *Revista Colombiana de Educación*, (47).

Castro, E. (1992). "El empleo de modelos en la enseñanza de la química". *Enseñanza de las Ciencias*, Vol.19, No.1, 73-79. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39890>

Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement. *Education policy analysis archives*, 8, 1-1.

Fernández, P. E., González, E. M., y Solbes, J. (2021). Evolución de las concepciones de los docentes sobre dualidad en la física cuántica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 2021, vol. 33, num. 1, p. 35-46.

Friedrichsen, P., Abell, S., Pareja, E., Brown, P., Lankford, D., Volkman, M. (2009). "Does Teaching Experience Matter? Examining Biology Teachers' Prior Knowledge for Teaching in an Alternative Certification Program". *Journal of Research in Science Teaching*, Vol.46, No.4, 357-383. <https://doi.org/10.1002/tea.20283>

Furió-Más, C., Solbes, J. y Furió-Gómez, C. (2008). Towards a proposal for effective ongoing training programmes for science teachers. *Problems for education in the 21 century*, 6, 60-70. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/44320/103562.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Follari, R (1993) *Posmodernidad, filosofía y crisis política*. Bs.As. Aique.

Follari, R (1995) *Práctica Educativa y Rol Docente*, Aique. Bs.As

Gallego, R., Pérez, R., Gallego, A., & Figueroa, R. (2013). Historia social de la educación en ciencias. Segunda mitad del siglo XX: Una contrastación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 19, 4-995

Galindo, R. (1998). La didáctica de las ciencias sociales desde la perspectiva de la teoría de Shulman sobre el conocimiento didáctico del contenido. Una propuesta para la formación inicial. *Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 18, 85-9

Gallego, R. y Pérez, R. (1994). *Representaciones y conceptos científicos: un programa de investigación*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Gallego, R., Pérez, R., Torres, Gallego y Torres, L. (2004). "Formación inicial de profesores de ciencias en Colombia. Un estudio a partir de programas acreditados". *Ciencia y Educación*, Vol.10, No.2, 219-234. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/WHgCmsKTLY5z8nMCJt3QYPv/abstract/?lang=es>

Gómez, Y. (2010). Caracterización del conocimiento didáctico del contenido curricular en química del concepto de discontinuidad de la materia en profesoras en ejercicio. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 27, 130-153.

Lamanauskas V. (2001). *Gamtamokslinis ugdyimas pirmo kurso studentų požiūriu* [Natural science education from the standpoint of the first course students]. *Pedagogika/Pedagogics*, 54, 93-101.

Lamanauskas V. (2003). *Natural Science Education in Comprehensive School*. Siauliai: Siauliai University Press, p. 514.

- Lamanauskas, V. (2002). Natural science education at basic school: some didactic aspects. *Journal of Baltic Science Education*, *Journal of Baltic Science Education*, 1(1). presented at the March/2002. <http://oaji.net/articles/2017/987-1504180218.pdf>
- Loewenberg, D., Hill, H. y Bass, H. (2005). "Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide?", *American Educator*, Vol.29 No.1, 14-46. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/65072>
- Marcelo, C. (1993). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre Conocimiento Didáctico del Contenido. En L. Montero y J.M. Vez (eds.), *Las didácticas específicas en la formación del Profesorado (I)*. Santiago de Compostela: Tórculo, 151-185.
- Martínez-Torregrosa, J., Savall Alemany, F., Domenech Blanco, J. L., Rey Cubero, A., y Rosa Cintas, S. (2016). La enseñanza problematizada de la física cuántica en el nivel introductorio. Una propuesta fundamentada
- Mellado, V. y González, T. (2000). "La formación inicial del profesorado de ciencias", en *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, editado por J. Perales y P. Cañal, 535-555. Alcoy: Marfil.
- Mosquera-Suárez, C. J., Alonso, M. X., García-Supelano, A. M., Marín-Velasco, A. S., Prada-Murcia, L. E., Rincón-Núñez, J. P., Saldaña-Lozano, L. S. (2021). El conocimiento didáctico del contenido y su impacto en los conocimientos prácticos de los profesores de ciencias y en la construcción de conocimientos científicos escolares. *Revista Científica*, 40(1), 45-62. <https://doi.org/10.14483/23448350.15711>
- Moreno, Á., & Esperanza, M. A. (2014). Habilidades y estrategias para el desarrollo del pensamiento crítico y creativo en alumnado de la Universidad de Sonora.
- Müller, R., & Wiesner, H. (1998). Vorstellungen von lehramtsstudenten zur interpretation der quantenmechanik. *Zur didaktik der physik und chemie*, Alsbach S, 382.
- Muñoz-Burbano, Z.E. (2020). Enseñanza de la estructura atómica de la materia en la educación secundaria de Colombia. [Tesis doctoral, Universidad de Nariño y Universitat de València].
- Ostermann, F. y Moreira, M. A. (2000). Física contemporánea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. *Enseñanza de Las Ciencias*, 18(3), 391-404.
- Osorio, C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista Iberoamericana de educación*.
- Parga, D.L. y Mora, W.M. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico-epistemológicas con las tramas de contexto-aprendizaje. *TED, Tecné Episteme y Didaxis*, (24), 56-81.

Porlán, R., Rivero, A. y del Pozo, R. (1998). "Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores, II: Estudios Empíricos y Conclusiones". Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, Vol.16, No.2, 271-288. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v16-n2-porlan-rivero-martin> Porlán et al., 1998 y Gil Pérez, 1986.

Rodríguez Victoriano, J. M. (2009). Los usos sociales de la ciencia: tecnologías convergentes y democratización del conocimiento. Estudios sociales (Hermosillo, Son.), 17(34), 225-249.

Sacristán, G. y Pérez, J. (1992). Comprender y transformar la enseñanza. España: Editorial Morata.

Salazar, F. (2005). El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación, 1-18.

Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4-14.

Sinarcas, V. y Solbes J. (2013). Dificultades en el aprendizaje y la enseñanza de la Física Cuántica en el bachillerato. Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.

Solbes, J. y Gavidia, V. (2013). "Análisis de las Especialidades de Física y Química y de Biología y Geología del máster de profesorado de educación secundaria de la Universidad de Valencia". Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Vol.10, 582-593. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92028937007>

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 21, pp. 91-117

Solbes, J., Muñoz-Burbano, Z y Zambrano, G. (2019). Enseñanza de la estructura atómica de la materia en Colombia. Revista Historia De La Educación Colombiana, 22(22), 117-140.

Valbuena, E. (2007). El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia) (Universidad Complutense de Madrid). <https://eprints.ucm.es/id/eprint/7731/1/T30032.pdf>

Vergara Díaz, C. y Cofré Mardones, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? Estudios pedagógicos (Valdivia), 40(ESPECIAL), 323-338.

Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo. Educación química , 24 (2), 199-206.

Viniegra-Velázquez, L. (2019). Crítica de la causalidad mecanicista en las ciencias de la vida. Boletín médico del Hospital Infantil de México, 76(4), 155-166.

2

EL DISEÑO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE DE DOS FUTUROS PROFESORES DE MATEMÁTICAS A PARTIR DE UNA TRAYECTORIA HIPOTÉTICA DE APRENDIZAJE PRELIMINAR SOBRE FUNCIÓN CUADRÁTICA

María-Fernanda Mejía-Palomino²
Andrea Cárcamo Bahamonde³
Diego Garzón Castro⁴

Resumen: Se analizan los cambios que realizan dos futuros profesores de matemáticas (FPM) a una trayectoria hipotética de aprendizaje preliminar (THAp) sobre función cuadrática. La THAp está fundamentada en la heurística de diseño instruccional de los modelos emergentes. Esta THA se compone de actividades de aprendizaje, objetivos de aprendizaje y procesos de aprendizajes hipotéticos. Las actividades de aprendizajes se inician con el contexto de una huerta y se centran en hallar el rectángulo de mayor área perteneciente a una familia de rectángulos con perímetro fijo. La exploración de los rectángulos se inicia con una cuerda amarrada en sus extremos para luego representar la familia de rectángulos en un ambiente de geometría dinámica. El proceso de aprendizaje hipotético presenta las relaciones entre las diferentes representaciones matemáticas involucradas en las actividades de aprendizaje. Esta THAp fue analizada y modificada por dos FPM en la fase de diseño de un experimento de enseñanza colectivo en dos ciclos de experimentación. Los resultados muestran que los principales cambios realizados a la THAp por los FPM se relacionan con la incorporación de artefactos, el uso de tablas e imágenes de casos particulares y la detección de dificultades relacionadas con las relaciones de área y perímetro, definición de rectángulo y las relaciones de variación y dependencia.

Palabras clave: trayectoria hipotética de aprendizaje, función cuadrática, heurística para el diseño instruccional de los modelos emergentes, futuros profesores de matemáticas.

1. Introducción

El diseño de actividades de aprendizaje es una de las tareas profesionales del profesor de matemáticas, ¿cómo puede hacer esta tarea profesional? En la enseñanza de las matemáticas es necesario prever el aprendizaje de los estudiantes para el diseño de actividades de aprendizaje. Al respecto Simon (2013) plantea la necesidad de construir teorías que logren vincular los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con el fin de proporcionar elementos en el diseño e implementación de la enseñanza.

En este sentido, las actividades de aprendizaje no pueden estar independientes de las teorías sobre el aprendizaje de las matemáticas, por lo que la Trayectoria hipotética de aprendizaje (THA) se convierte en un insumo teórico y práctico para el diseño (o selección) de actividades de aprendizaje. Para Simon (1995) una THA se compone de: el objetivo de aprendizaje, las actividades de aprendizaje y el proceso de aprendizaje hipotético (una

2 Estudiante de Doctorado en Educación Matemática. Universidad del Valle, Colombia. Docente de aula. Institución Educativa Normal Superior Farallones de Cali, Colombia. maria.fernanda.mejia@correounivalle.edu.co.

3 Doctora en educación (Didáctica de las Matemáticas y las ciencias Experimentales). Universidad de Barcelona, España. Profesora de jornada completa. Universidad Austral de Chile, Chile. andrea.carcamo@uach.cl.

4 Doctor en educación (Didáctica de las Matemáticas y las ciencias Experimentales). Universidad de Barcelona, España. Profesor tiempo completo. Universidad del Valle, Colombia. diego.garzon@correounivalle.edu.co.

predicción de cómo evolucionará el pensamiento y la comprensión de los estudiantes en el contexto de las actividades de aprendizaje). Además, Cárcamo y Fuentealba (en prensa) hacen alusión a una THAp para indicar a una THA que es construida previa a su aplicación en el aula.

Para la constitución de una THAp se puede tomar en cuenta la heurística del diseño instruccional de los modelos emergentes, en esta propuesta teórica se da un valor importante a la actividad experimental del estudiante en la construcción de conocimiento matemático porque se parte de los conocimientos previos de los estudiantes y de interpretaciones informales y situadas para llegar a la construcción de conocimiento matemático formal (GRAVEMEIJER, 1999).

En esta investigación la THAp es modificada por FPM en el desarrollo de un experimento de enseñanza colectivo, a partir de sus conocimientos profesionales, discusiones en grupo y los análisis de los resultados en el aprendizaje de los estudiantes. Para Gravemeijer y Van Eerde (2009) es necesario apoyar a los profesores en ejercicio en la construcción de sus propias THA.

2. El experimento de enseñanza colectivo

Los FPM participan como docentes, observadores y colaboradores de un experimento de enseñanza colectivo que es una adaptación de estudio de lecciones (o estudio de clases). En tanto, los investigadores proponen problemas de investigación a profesores para que participen del proceso a través de su práctica diaria (WITTMANN, 2021).

En este experimento, la THAp es la diseñada por el investigador y que es construida previa a su aplicación en el aula. En tanto, la THAp1 es la que proponen los FPM a partir del análisis de la THAp y es la que se aplica en el primer ciclo de experimento de enseñanza. Finalmente, la THA⁵ es la que diseñan los FPM desde el análisis retrospectivo del primer ciclo y esta THA se aplica en el segundo ciclo de experimento de enseñanza.

Esta investigación sigue las tres fases propuestas por Bakker (2018) cuando se realiza un experimento de enseñanza con una THA. A continuación, se describen las fases del experimento de enseñanza colectivo de dos ciclos.

Primer ciclo de experimento de enseñanza

Fase 1 del primer ciclo (preparación y diseño): se diseñó una THAp sobre función cuadrática, la cual fue presentada a los FPM para reconocer los fundamentos teóricos y prácticos del diseño. Por consiguiente, se invitó a dos FPM a analizarla, modificarla y proponer su versión de THAp que se llamará THAp1.

Fase 2 del primer ciclo (implementación): los FPM fueron los docentes del experimento de enseñanza en donde aplicaron las actividades de aprendizaje de la THAp1 sobre función cuadrática con estudiantes del grado undécimo de la educación media de Colombia (jóvenes entre los 15 a 18 años de edad).

Fase 3 del primer ciclo (análisis retrospectivo y rediseño): se analiza el aprendizaje logrado por los estudiantes que participaron en la aplicación de la THAp1 a partir de sus

5 Esta THA es construida a partir de la THAp, pero considera los resultados obtenidos de su aplicación en el aula (Cárcamo y Fuentealba, en prensa).

protocolos escritos de las actividades de aprendizaje de la THA y las grabaciones de video. Desde este análisis, surgen propuestas de cambio por parte de los FPM de su THAp1.

Segundo ciclo de experimento de enseñanza

Fase 1 del segundo ciclo: los FPM diseñan una THA sobre función cuadrática a partir de los resultados del análisis retrospectivo del primer ciclo de experimento de enseñanza.

Fase 2 del segundo ciclo: los FPM fueron los docentes de la implementación de las actividades de aprendizaje de la THA. Los estudiantes fueron bachilleres que se forman como normalistas superiores (título que les permite ser docentes en primera infancia o básica primaria en Colombia), la edad mínima de los estudiantes fue de 16 años.

Fase 3 del segundo ciclo: los FPM junto al investigador analizan los aprendizajes logrados por los estudiantes que participaron en la aplicación de la THA y revisan cada una de las componentes de la THA con la finalidad de comparar la THA con la trayectoria real de aprendizaje.

3. Trayectorias hipotéticas de aprendizaje sobre función cuadrática

La THAp permite delimitar algunos aspectos teóricos y prácticos sobre el aprendizaje de la función cuadrática. El estudio de la THAp por parte de los FPM en la fase de diseño y preparación de un experimento de enseñanza generó cambios a las actividades de aprendizaje y procesos de aprendizaje hipotético constituyéndose una THAp1. Posterior a la implementación de THAp1 en el aula, los resultados del aprendizaje de los estudiantes participantes muestran insumos para modificar la THAp1 y se da origen al diseño de una THA que se aplica en un segundo ciclo de un experimento de enseñanza colectivo.

3.1 La THAp

La THAp retomó un problema matemático trabajado en Mejía-Palomino (2004) con el uso de Ambientes de Geometría Dinámica que consiste en hallar el rectángulo de mayor área de una familia de rectángulos con perímetro fijo (Cuadro 1). Los resultados de la implementación de las actividades permitió la exploración en el ambiente de geometría dinámica y que los estudiantes relacionarán la expresión algebraica en su forma factorizada de una función cuadrática con la gráfica del área respecto a la base de los rectángulos. Estas actividades fueron realizadas por estudiantes de grado noveno (13 a 15 años de edad).


El proceso hipotético de aprendizaje de la THAp tienen en cuenta los planteamientos de Kalchman y Koedinger (2005) en su modelo de aprendizaje de las funciones. El desarrollo de las actividades van integrando diferentes representaciones matemáticas de la función cuadrática. Este modelo de aprendizaje sobre las funciones, se describe en cuatro niveles: en el nivel 0 las exploraciones se dan desde lo numérico o espacial, en el nivel 1 el entendimiento sobre la función se da a partir de la conexión desde lo número y espacial, en el nivel 2 comprenden las relaciones numéricas y espaciales de la función desde el uso de las expresiones algebraicas y en el nivel 3 se logra construir modelos diferenciados de los distintos tipos de funciones.

Para el diseño de las actividades de aprendizaje y el proceso hipotético de aprendizaje de la THAp se usó la heurística de diseño de los modelos emergentes (GRAVEMEIJER, 1999). Por lo cual, se consideran cuatro niveles de actividad: situacional, referencial, general

y formal. El contexto que se relaciona con el problema matemático es la construcción de un cerco rectangular de una huerta con una malla de longitud 20 metros. El modelo de, surge de la exploración de los posibles cercos rectangulares al usar una cuerda amarrada que al extenderla con 4 dedos de las manos permite determinar una región rectangular variable con perímetro fijo 20 cm. La representación de los posibles cercos rectangulares en el ambiente de geometría dinámica genera el uso de diferentes representaciones matemáticas de la función cuadrática hasta llegar a las expresiones algebraicas que permiten generalizar el problema (modelo para).

Esta propuesta de THAp parte de una función cuadrática como proceso para llegar a la construcción de una función cuadrática como objeto matemático. El paso de la exploración física a la exploración con el AGD permite la interpretación y conexión de diferentes representaciones matemáticas de la función cuadrática, además de la indagación de las relaciones de dependencia, variación y covariación, es decir, se favorece el paso de la función como proceso a objeto matemático (DOORMAN *et al.*, 2013).

Cuadro 1 - THAp sobre función cuadrática

Objetivo de aprendizaje: Usar e interpretar diferentes representaciones matemáticas de una función cuadrática en la búsqueda de solución a un problema.		
Actividad de aprendizaje	Modelo emergente	Proceso de aprendizaje hipotético
<p>Elaborar un cerco rectangular para delimitar una huerta. Para la construcción del cerco se tiene una malla de 20 metros. ¿Cuáles son los posibles cercos que se pueden construir? ¿Cuál de estos cercos abarca más terreno?</p>  <p>Figura 1 - Cuerda sujeta en los extremos</p>	<p>Actividad situacional Se usa una cuerda amarrada en sus extremos para simular el cerco rectangular (Figura 1).</p>	<p>Los estudiantes activan sus conocimientos previos de área y perímetro de un rectángulo, para encontrar el cerco rectangular con mayor área y perímetro fijo. Los estudiantes pueden centrar su atención a los aspectos numéricos de cómo hallar el perímetro y área, descartando la relación de lo numérico con la figura. Se espera que en sus cálculos de perímetro y área se realicen a mano, usando números naturales.</p>

Exploración de la construcción de la familia de rectángulos isoperímetros.

Determine 2 rectángulos con perímetro igual a 20 diferentes a los que encontró en la primera actividad. Observe los valores del área cuando se mueve el punto C ¿Cuál de estos rectángulos tiene mayor área? ¿Cuáles son sus medidas de la base y la altura de este rectángulo? ¿Coincide con el rectángulo de mayor área de la primera actividad? ¿Cuál es la expresión general para el área de estos rectángulos con perímetro fijo 20, respecto a su base?

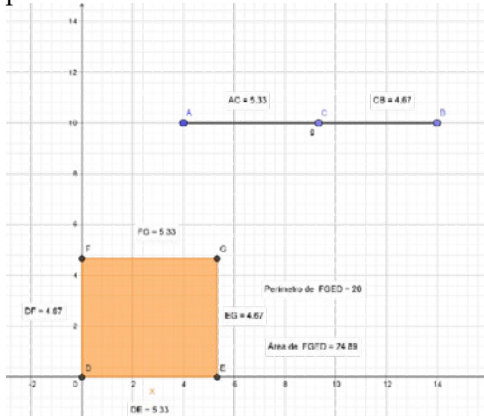


Figura 2 - Archivo en GeoGebra con la construcción de rectángulos con perímetro fijo.

Actividad referencial

Se usa un archivo en GeoGebra con la construcción de un rectángulo que cambia su tamaño al mover el punto C que se encuentra en el segmento AB, que mide 10 y representa la mitad del perímetro (Figura 2).

Los estudiantes relacionan el segmento AC y CB, respecto a las medidas de la base y la altura del rectángulo. Ellos reconocen que al mover el punto C, el rectángulo cambia y se van obteniendo diferentes medidas de la base, altura y área. Estas medidas son números decimales y se pueden observar en una tabla o en los objetos de la construcción. Los estudiantes pueden relacionar los valores obtenidos con las características del rectángulo para determinar el rectángulo con mayor área y encontrar la expresión general del área de la familia de rectángulos con igual perímetro.

Análisis de la traza del punto I.

Observe el punto I, mueva el punto C ¿Cuáles son las coordenadas del punto I? ¿Cómo es la trayectoria del punto I cuando se mueve el punto C? ¿En dónde se ubica el punto I cuando se obtiene el rectángulo de mayor área? ¿Cuáles son las características del rectángulo de mayor área? ¿En dónde se ubica el punto I cuando se obtiene el rectángulo de menor área? ¿Cuáles son las características del rectángulo con menor área? Determine un par de rectángulos con igual área, ¿Cuáles son las características de estos rectángulos?

Actividad general

Se usa un archivo en GeoGebra que retoma la construcción anterior, pero agrega la traza del punto I que relaciona la base (abscisa) y el área del rectángulo (ordenada).

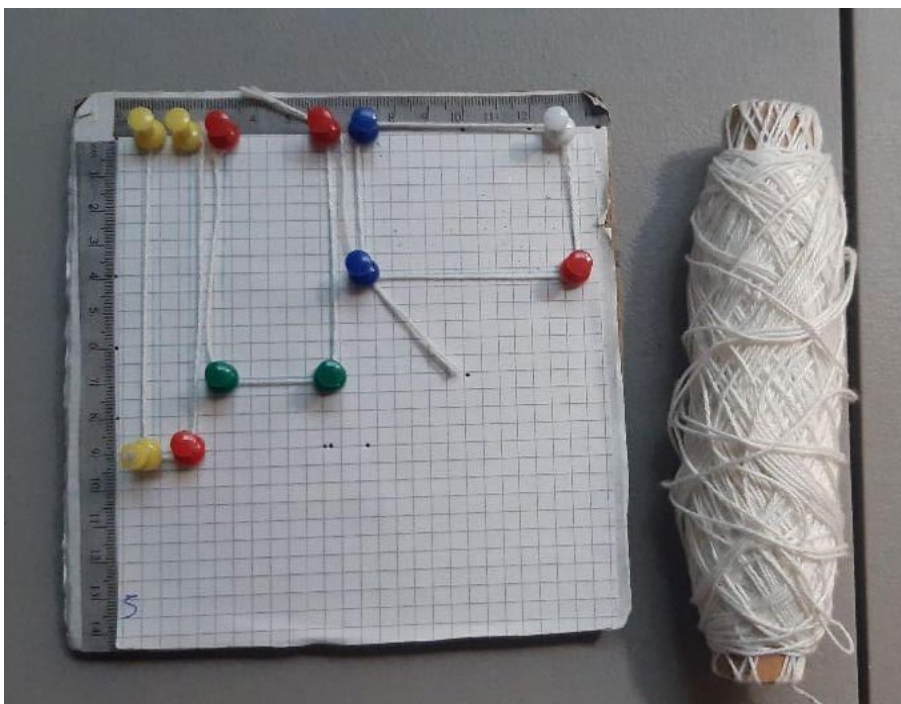
Los estudiantes analizan la traza del punto I que tiene como coordenadas (base, área), respecto a una característica dada de los rectángulos.

<p>Gráfica de la expresión algebraica del área vs la base de los rectángulos isoperimétricos. Realicemos la gráfica de la expresión algebraica del área con respecto a la base y compárela con la trayectoria del punto I. ¿Por qué el punto I no genera un trazo en el cuadrante III y IV del plano cartesiano? Si se desea modificar la longitud del cerco de la malla a 40 metros, ¿cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo 40 metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base de su rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo 40? Si la longitud del cerco de la malla es n metros ¿Cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo n metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base de su rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo n?</p>	<p>Actividad formal Se usa un archivo en GeoGebra que retoma la construcción anterior, pero agrega la gráfica de la expresión algebraica del área con respecto a la base de los rectángulos isoperimétricos.</p>	<p>Los estudiantes comparan la gráfica de la expresión del área con respecto a la base de los rectángulos isoperimétricos con trayectoria del Punto I, para analizar cuál sería las restricciones de la gráfica respecto al problema. Los estudiantes exploran otras posibles expresiones algebraicas teniendo en cuenta si el perímetro de la familia de los rectángulos isoperimétricos se modifica.</p>
--	--	--

3.2 La THAp1

Los FPM proponen elaborar un tablero de cartón (15cmx15cm) y chinchas de cabeza para sujetar los vértices de los rectángulos realizados con la cuerda. Además, para facilitar la medida de las longitudes y las áreas agregaron una hoja cuadrículada al fondo del tablero y dos cintas métricas. El tablero ha sido elaborado con cartón de cajas, usando dos láminas, unidas con pegante, esto para evitar que las puntas de los chinchas traspasen el cartón (Figura 3).

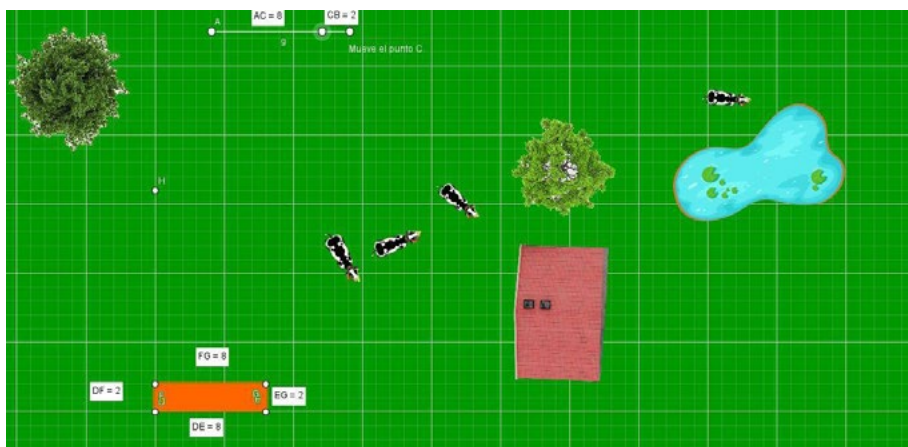
Figura 3 - Tablero de cartón con cinta métrica, chinchas y rollo de cuerda.



Los FPM prefieren que los estudiantes sean quienes corten la cuerda y si desean amarren sus extremos. Los FPM consideran que es posible que los estudiantes tengan dificultades en usar escalas, es decir que quieran tener 20 metros en vez de 20 cm, por esa razón, cada grupo de estudiantes recibe el rollo de cuerda.

Los FPM le agregan un contexto al problema, es decir, ubican la huerta en una finca y sugieren agregar en los archivos GeoGebra un ambiente que simule la finca (árboles, una casa, una huerta, vacas, césped y un lago), la imagen se presenta desde la vista superior para evitar distorsionar la forma rectangular de la huerta (Figura 4).

Figura 4 - Finca La Hermosa, archivo 1.ggb.



Teniendo en cuenta que las primeras preguntas de la actividad situacional no aluden a los conceptos de área y perímetro, los FPM consideran necesario hacer una pregunta sobre el procedimiento para hallar el área y el perímetro de un rectángulo (pregunta 2.4). Los FPM prevén que una respuesta a la expresión general del área de la familia de rectángulos de la pregunta 2.5 se puede obtener a partir de la vinculación de las dos fórmulas de área y perímetro de los rectángulos.

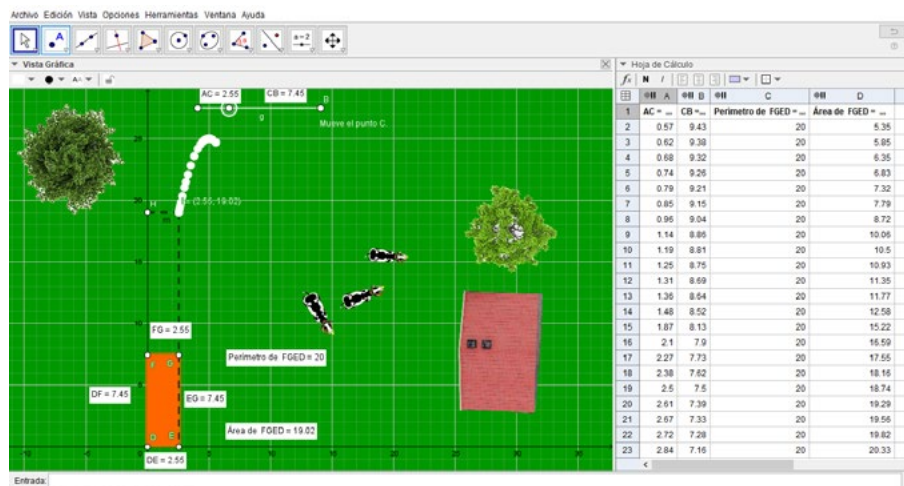
En cuanto a la actividad formal, los FPM agregan una pregunta con otro valor particular de la familia de rectángulos con igual perímetro, porque consideran que tener más casos particulares del problema puede permitirles a los estudiantes llegar a la generalización. Para las respuestas a las preguntas de las actividades, los FPM sugieren dejar un espacio de escritura en líneas.

Respecto al proceso de aprendizaje hipotético de la actividad situacional, los FPM agregan posibles dificultades como: reconocer que un cuadrado es un rectángulo y el usar escalas para hacer la representación de los cercos rectangulares en el tablero de cartón. En el proceso de aprendizaje hipotético de la actividad general, determinan que una posible dificultad está relacionada con las coordenadas del punto I porque los estudiantes pueden no reconocer que la abscisa es un valor de un lado del rectángulo y la ordenada el área de los rectángulos. En el proceso de aprendizaje hipotético de la actividad formal hacen explícita la generalización del problema a partir de los diferentes casos particulares.

En todos los archivos GeoGebra se deja el mismo fondo de la vista superior de la finca. Algunos cambios que sugieren los FPM de los archivos GeoGebra está en usar el color blanco para las letras por el contraste con el fondo verde, agregar la indicación de


qué se mueva el punto C y fijar los objetos de la finca como vacas, árboles, casa y lago. En el archivo 3.ggb se observa el plano cartesiano, la traza del punto I y una posible tabla de valores de los lados, perímetro y área (Figura 5).

Figura 5 - Algunas representaciones matemáticas de la función cuadrática, archivo 3.ggb.



En el cuadro 2, se presenta la THAp1 de los FPM, las líneas en gris corresponden al texto agregado o modificado de la THAp.

Cuadro 2 - La THAp1

Objetivo de aprendizaje:		
Usar e interpretar diferentes representaciones matemáticas de una función cuadrática en la búsqueda de solución a un problema.		
Actividad de aprendizaje	Modelo emergente	Proceso de aprendizaje hipotético
<p>1. Un cerco rectangular para delimitar una huerta. En la finca La hermosa, se necesita construir un cerco rectangular con una malla de 20 metros (archivo 1.ggb).</p>  <p>1.1. Usando una cuerda para simular el cerco de la huerta, determine ¿Cuáles son los posibles cercos rectangulares que se pueden construir?</p> <p>1.2. ¿Cuál de estos cercos abarca más terreno?</p>	<p>Actividad situacional Se usa como herramienta una cuerda, sujeta en sus extremos, para simular el cerco rectangular. Para determinar los vértices del rectángulo, se usa chinchas sobre un cartón. El cartón tiene en sus bordes una cinta métrica, para facilitar hallar la medida del alto y ancho del rectángulo.</p>	<p>Los estudiantes activan sus conocimientos previos de área y perímetro de un rectángulo para encontrar el cerco con mayor área. Los estudiantes pueden centrar su atención a los aspectos numéricos de cómo hallar el perímetro y área, descartando la relación de lo numérico con la figura. Se espera que en sus cálculos de perímetro y área se realicen a mano, usando números naturales. Es posible que descarten en su respuesta, el cerco cuadrado, porque pueden desconocer que el cuadrado es un rectángulo. Al pedir que simulen el cerco rectangular con una cuerda, podrán tener dificultades en trabajar con escalas y requerir 20 metros de cuerda.</p>

<p>2. Familia de rectángulos con igual perímetro. Observa los posibles cercos rectangulares cuando se mueve el punto C (abre el archivo 2.ggb). 2.1. Determine 2 cercos rectangulares con perímetro igual a 20, que sean diferentes a los que encontró en la primera actividad. 2.2 ¿Cuál de estos cercos rectangulares tiene mayor terreno? ¿Cuáles son sus medidas de la base y la altura de este rectángulo? ¿Coincide con el rectángulo de mayor terreno de la primera actividad? 2.3. ¿Qué es el perímetro de un rectángulo? ¿Cómo se halla el perímetro de un rectángulo? ¿Qué es el área de un rectángulo? ¿Cómo se halla el área de un rectángulo? 2.4. ¿Cuál es la expresión general para el área de estos rectángulos con perímetro fijo 20, respecto a su base?</p>	<p>Actividad referencial La herramienta que se usa es un archivo en GeoGebra con la construcción de un rectángulo que cambia su tamaño al mover el punto C que se encuentra en el segmento AB, que mide 10 y representa la mitad del perímetro.</p>	<p>Los estudiantes relacionan el segmento AC y CB, respecto a las medidas de la base y la altura del rectángulo. Ellos reconocen que al mover el punto C, el rectángulo cambia y se van obteniendo diferentes medidas de la base, altura y área. Estas medidas son números decimales y se pueden observar en una tabla o en los objetos de la construcción. Los estudiantes pueden relacionar los valores obtenidos con las características del rectángulo para determinar cual tiene mayor área y encontrar la expresión general del área de la familia de rectángulos con igual perímetro.</p>
<p>3. Análisis de la traza del punto I. Observe el punto I, mueva el punto C (abra el archivo 3.ggb). 3.1. ¿Cuáles son los valores de las coordenadas del punto I? 3.2. ¿Cómo es la trayectoria del punto I cuando se mueve el punto C? 3.3. ¿En dónde se ubica el punto I cuando se obtiene el rectángulo de mayor área? 3.4. ¿Cuáles son las características del rectángulo de mayor área? 3.5. ¿En dónde se ubica el punto I cuando se obtiene el rectángulo de menor área? 3.6. ¿Cuáles son las características del rectángulo con menor área? 3.7. Determine un par de rectángulos con igual área, ¿cuáles son las características de estos rectángulos?</p>	<p>Actividad general La herramienta es otro archivo en GeoGebra que retoma la construcción anterior, pero se agrega la traza del punto I que relaciona la base vs área del rectángulo.</p>	<p>Los estudiantes analizan la traza del punto I que tiene como coordenadas (base, área), respecto a una característica dada de los rectángulos. Es posible que no relacionen los valores de las coordenadas con la base y el área del rectángulo.</p>

<p>4. Gráfica de la expresión algebraica del área vs la base de los rectángulos de igual perímetro. Ingresar la expresión algebraica del área con respecto a la base de los rectángulos de igual perímetro, en la parte de abajo, en entrada.</p> <p>4.1. Compara la traza del punto y la gráfica de la expresión algebraica ¿Por qué el punto I no genera un trazo en el cuadrante III y IV del plano cartesiano?</p> <p>4.2. Si se desea modificar la longitud del cerco de la malla a 40 metros, ¿cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo 40 metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base de su rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo 40?</p> <p>4.3. Si se desea modificar la longitud del cerco de la malla a 64 metros, ¿cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo 64 metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base de su rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo 64?</p> <p>4.4. Si la longitud del cerco de la malla es n metros ¿Cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo n metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base de su rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo n?</p>	<p>Actividad formal La herramienta es un archivo en GeoGebra que retoma la construcción anterior, pero agrega la gráfica de la expresión algebraica del área con respecto a la base de los rectángulos isoperimétricos.</p>	<p>Los estudiantes comparan la gráfica de la expresión del área con respecto a la base de los rectángulos isoperimétricos con trayectoria del Punto I, para analizar cuál sería las restricciones de la gráfica respecto al problema. Los estudiantes exploran otras posibles expresiones algebraicas teniendo en cuenta si el perímetro de la familia de los rectángulos isoperimétricos se modifica y se espera que se generalice la expresión algebraica del área de los rectángulos con igual perímetro.</p>
--	---	--

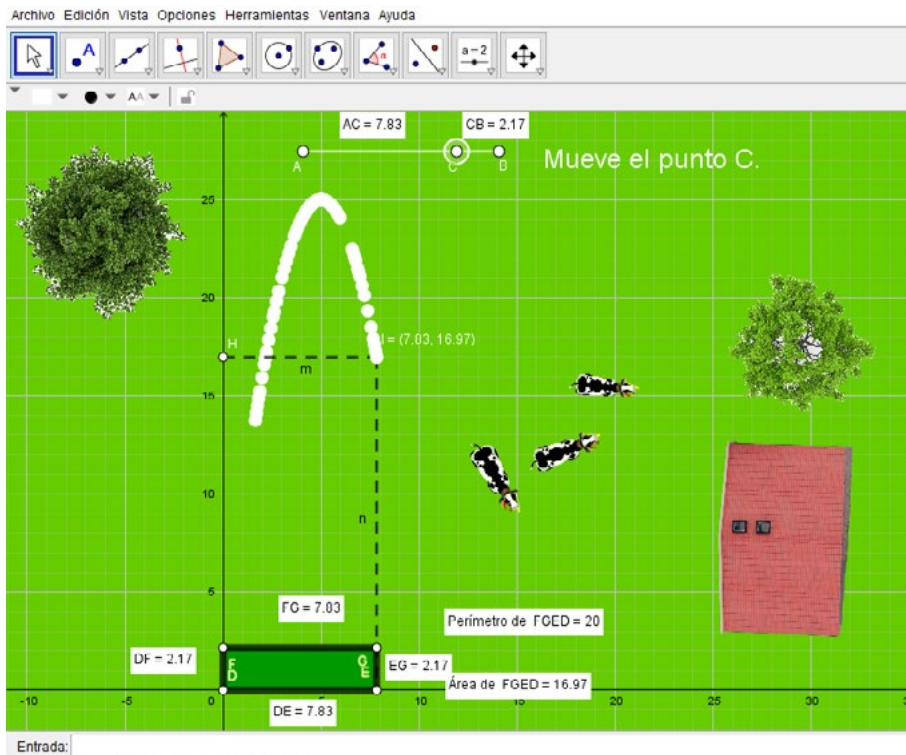
3.3 La THA

En la implementación de la THAp1, la mayoría de los estudiantes lograron responder de manera correcta a las preguntas de las actividades situacional y referencial, sin llegar a la representación algebraica de la familia de rectángulos con perímetro fijo 20 metros. Por tanto, los FPM deciden agregar algunas preguntas nuevas a la THA para que los estudiantes puedan construir la expresión algebraica a partir de casos particulares presentados en tablas o imágenes, dado que la expresión algebraica es necesaria para algunas preguntas de las dos siguientes actividades (general y formal).

Se toma la decisión de eliminar las preguntas 2.3, 3.3, 3.5, 3.6 y 3.7 de la THAp1. Algunas preguntas existentes de la THAp1 se modificaron en su redacción o se agregaron tablas e imágenes.

En cuanto al uso de los artefactos, los FPM deciden agregar especificaciones de uso del tablero de cartón y la cuerda, también agregan algunos cambios a los archivos GeoGebra como fijar las imágenes, cambiar el nombre de los archivos, suprimir el archivo GeoGebra de la actividad situacional, aumentar el tamaño del texto Mueve el punto C, cambiar el color del prado y de la huerta, engrosar en contorno de la huerta y eliminar el uso de la tabla (Figura 6).

Figura 6 - Archivo traza.ggb




Para las respuestas en la hoja de papel, los FPM deciden agregar un espacio en blanco delimitado por un cuadro en vez de líneas porque observan que algunos estudiantes en la implementación de las actividades de aprendizaje de la THAp1 dibujan los rectángulos que han representado en el tablero de cartón.

Respecto al proceso de aprendizaje hipotético los FPM agregan en la actividad situacional dos posibles maneras de hallar el área de un rectángulo (con fórmula o contando unidades cuadradas) y hacen explícito la relación de la longitud de la cuerda con el perímetro del rectángulo y la posibilidad de obtener diferentes zonas rectangulares con una cuerda de longitud fija. En el proceso hipotético de la actividad general agregan posibles respuestas de la forma de la gráfica y la relación de variación de la gráfica con respecto al movimiento del punto C sobre el segmento AB.

En el cuadro 3 se presenta la THA, se señalan con gris lo cambios realizados a la THAp1.

Cuadro 3 - La THA.

Objetivo de aprendizaje:		
Usar e interpretar diferentes representaciones matemáticas de una función cuadrática en la búsqueda de solución a un problema.		
Actividad de aprendizaje	Modelo emergente	Proceso de aprendizaje hipotético
<p>1. Un cerco rectangular para delimitar una huerta. En la finca La hermosa, se necesita construir un cerco rectangular con una malla de 20 metros.</p>  <p>1.1. Usando una cuerda para simular el cerco de la huerta, determine ¿Cuáles son algunos de los posibles cercos rectangulares que se pueden construir? Elabora estos cercos usando una cuerda, dibújalos en el cartón y determine los valores de los lados de cada rectángulo.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <p>1.2. ¿Cuál de estos cercos abarca más terreno?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<p>Actividad situacional Se usa como herramienta una cuerda de tamaño 20 cm, sujeta en sus extremos por medio de una cinta, para simular el cerco rectangular. Para determinar los vértices del rectángulo, se usan chinches sobre un cartón. El cartón tiene de fondo una hoja cuadrículada y en sus bordes una cinta métrica, para facilitar la medida de longitud de la cuerda y de los lados del rectángulo. En esta actividad los estudiantes determinan que es posible hallar diferentes rectángulos con una cuerda de longitud fija.</p>	<p>Los estudiantes activan sus conocimientos previos de área y perímetro de un rectángulo para encontrar el cerco que tiene mayor área, porque los estudiantes requieren asociar la longitud de la cuerda con el perímetro de un rectángulo y determinar que los rectángulos abarcan diferentes superficies, es decir que sus áreas pueden ser diferentes. Se espera que los estudiantes den como ejemplos rectángulos cuyos lados sean de medida un número natural. En el proceso de hallar el área de los rectángulos, los estudiantes podrán usar la fórmula (la multiplicación de la base por la altura) o la cuadrícula del cartón (contar cuadrados), donde se dibujan los rectángulos. Dado que los valores de los lados son números naturales se espera que realicen cálculos a mano. Es posible que los estudiantes descarten en su respuesta, el cerco cuadrado, porque pueden desconocer que el cuadrado es un rectángulo. Al pedir que los estudiantes simulen el cerco rectangular con una cuerda, podrán tener dificultades en trabajar con escalas y requerir 20 metros de cuerda.</p>

Familia de rectángulos.

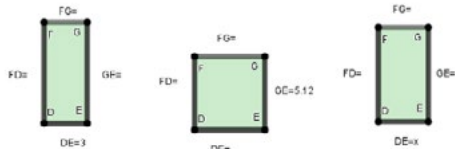
Abra el archivo familiarectangulos.ggb, mueva el punto C y observa los posibles cercos rectangulares.

2.1. Determine algunos posibles cercos rectangulares, completa la siguiente tabla:

Lado DE	Lado EG	Perímetro DEGF	Área DEGF
1			
	5		16
3,75			
	4,15		
		20	

2.2. ¿Cuál de estos cercos rectangulares tiene mayor terreno? ¿Cuáles son las medidas de los lados de ese rectángulo? ¿Coincide con el rectángulo de mayor terreno de la primera actividad? Justifica tu respuesta.

2.3. Determine el valor de los lados de los siguientes rectángulos con perímetro 20.



2.4. Si el perímetro de los rectángulos es 20, ¿cuál es la fórmula para hallar el área de esta familia de rectángulos?

Actividad referencial

La herramienta que se usa es un archivo en GeoGebra con la construcción de un rectángulo que cambia su tamaño al mover el punto C que se encuentra en el segmento AB, que mide 10 y representa la mitad del perímetro de los rectángulos.

En esta actividad los estudiantes requieren reconocer que el perímetro de los rectángulos es fijo, mientras que el valor del área varía.

Los estudiantes relacionan el segmento AC y CB, respecto a las medidas de la base y la altura del rectángulo. Ellos reconocen que al mover el punto C, el rectángulo cambia y se van obteniendo diferentes medidas de la base, altura y área. Estas medidas son números decimales y se pueden observar en una tabla o en los objetos de la construcción. Los estudiantes pueden relacionar los valores obtenidos con las características del rectángulo para determinar cual tiene mayor área y encontrar la expresión general del área de la familia de rectángulos con igual perímetro teniendo presente la fórmula del área para los rectángulos.

3. La traza del punto I.

Abra el archivo traza.ggb, mueva el punto C, observe el punto I.

3.1. Si el punto I tiene coordenadas (x,y), determine algunos de sus valores:

x	3	7		2,88
y		24	17,6	14,3

3.2. Acorde a los valores de los rectángulos, ¿qué representan las coordenadas del punto I = (x, y)?

3.3. ¿Cómo es la huella del punto I cuando se mueve el punto C?

3.4. ¿Cuáles son las características del rectángulo de mayor área?

Actividad general

La herramienta es otro archivo en GeoGebra que retoma la construcción anterior, pero se agrega lo traza del punto I que relaciona la base frente al área del rectángulo.

En esta actividad los estudiantes relacionarán las coordenadas del punto I, con un lado del rectángulo y el área. Y analizarán la traza del punto I, para hallar la respuesta al problema.

Los estudiantes analizan la traza del punto I, que es un conjunto de puntos que tiene como coordenadas (base, área).

Los estudiantes pueden relacionar la traza del punto I con una forma conocida, por ejemplo, una montaña o una u invertida, o determinar que es una parábola o la gráfica de una función cuadrática.

Los estudiantes pueden ratificar o encontrar que la solución al problema está en construir un cuadrado de lado 5 metros y que el punto I se encuentra en el punto máximo de la parábola, que en este caso es el vértice.

Los estudiantes pueden darse cuenta de que el área aumenta cuando C se mueve de A hacia el punto medio del segmento AB, y que disminuye cuando C pasa el punto medio de segmento AB y se mueve hacia B.

<p>4. Gráfica del área frente a la base de los rectángulos de igual perímetro. Abra el archivo grafica.ggb, escriba $y=x(10-x)$ en la entrada.</p> <p>4.1. Compara la traza del punto I y la gráfica de $y=x(10-x)$ ¿Por qué el punto I no genera un trazo en el cuadrante III y IV del plano cartesiano?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <p>4.2. Si se desea modificar la longitud del cerco de la malla a 40 metros, ¿cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo 40 metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base del rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo 40?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <p>4.3. Si se desea modificar la longitud del cerco de la malla a 64 metros, ¿cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo 64 metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base del rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo 64?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> <p>4.4. Si la longitud del cerco de la malla es n metros ¿Cuál sería la expresión de las áreas de los rectángulos con perímetro fijo n metros? ¿Cómo es gráfica del área respecto base del rectángulo? ¿Cuál sería el rectángulo de mayor área con perímetro fijo igual a n?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	<p>Actividad formal La herramienta es un archivo en GeoGebra que retoma la construcción anterior, pero agrega la gráfica de la expresión algebraica del área con respecto a la base de los rectángulos isoperimétricos.</p>	<p>Los estudiantes comparan la gráfica de la expresión del área con respecto a la base de los rectángulos isoperimétricos con trayectoria del Punto I, para analizar cuál sería las restricciones de la gráfica respecto al problema. Los estudiantes exploran otras posibles expresiones algebraicas teniendo en cuenta si el perímetro de la familia de los rectángulos isoperimétricos se modifica y se espera que se generalice la expresión algebraica del área de los rectángulos con igual perímetro.</p>
---	---	---

La implementación de las actividades de aprendizaje de aprendizaje de la THA muestra mejores resultados en el aprendizaje de los estudiantes porque lograron abordar las cuatro actividades propuestas. Las preguntas nuevas permitieron disminuir las dificultades en la búsqueda de la expresión general del área para la familia de rectángulos con perímetro fijo de la actividad referencial y formal. La socialización de las respuestas al final de cada actividad permitió delimitar los aspectos matemáticos a construir con la solución del problema.

4. Reflexiones finales

La participación de los FPM en el experimento de enseñanza colectivo permitió vincular sus concepciones y conocimientos profesionales en los que apoyan sus análisis en la producción de una THA sobre función cuadrática que retoma los resultados en el aprendizaje de los estudiantes participantes.

En un principio el uso de la THAp se pensó para que los FPM realizarán la tarea profesional de selección y diseño de actividades de aprendizaje, pero en los ciclos

del experimento de enseñanza colectivo y las modificaciones de la THAp también se relacionaron con las tareas profesionales de interpretación del pensamiento matemático del estudiante y la gestión en la interacción en el aula.

La THA posibilita delimitar la selección y diseño de actividades, que a su vez se nutre de los aprendizajes de las fases de implementación y de las reflexiones de los FPM en las fases de análisis retrospectivo de los ciclos del experimento de enseñanza. Es decir, las THA son instrumentos teóricos dinámicos que generan el puente entre las teorías de aprendizaje de las matemáticas y el desarrollo de las tareas profesionales del profesor de matemáticas.

En términos generales, los cambios de la THA propuestas por los FPM, reflejan manifestaciones de su instrumentalización en la construcción de conocimiento matemático, su preocupación giró en mejorar las representaciones matemáticas usadas en las estrategias de resolución del problema.

La modificación de las situaciones de aprendizaje incorpora el uso de tablas e imágenes de casos particulares, que permitieron que los estudiantes encontrarán las relaciones de variación y llegarán a determinar la expresión general.

Los FPM en el proceso hipotético de aprendizaje tienen en cuenta las dificultades de aprendizaje relacionadas con la diferenciación entre perímetro y área, el manejo de escalas, la definición de rectángulo y cuadrado y las relaciones de variación y dependencia. En cuanto el objetivo de aprendizaje los FPM decidieron no modificarlo en ninguna de las THA propuestas.

Referencias

BAKKER, A. Design principles, conjecture mapping, and hypothetical learning trajectories. En BAKKER, A. (Ed.). **Design Research in Education. A Practical Guide for Early Career Researchers**. Routledge, 2018, p. 46-67.

DOORMAN, L. M.; DRIJVERS, P. H. M.; GRAVEMEIJER, K. P. E.; BOON, P. B. J.; REED, H. Design research in mathematics education: the case of an ict-rich learning arrangement for the concept of function. In: Plomp, T.; Nieveen, N. (Eds.), **Educational design research - Part B. Illustrative cases**. SLO: Netherlands institute for curriculum development, 2013, p. 425-446.

CARCAMO; A.; FUENTEALBA, C. Un modelo para la construcción de trayectorias hipotéticas de aprendizaje preliminares. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**. En prensa.

GRAVEMEIJER, K.; VAN EERDE, D. Design Research as a Means for Building a Knowledge Base for Teachers and Teaching in Mathematics Education. **The Elementary School Journal**, v. 9, n. 5, p. 510-524, 2009.

KALCHMAN, M.; KOEDINGER, K. Teaching and learning functions. En: DONOVAN, S.; BRANSFORD, J. (Eds.), **How students learn: History, mathematics and science in the classroom**. National Academy Press, 2005, p. 351-396.

MEJÍA-PALOMINO, M.F. **Análisis didáctico de la Factorización de expresiones polinómicas cuadráticas.** Trabajo de grado de pregrado, no publicado. Instituto de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle, 2004. Archivo digital. <http://funes.uniandes.edu.co/1761/1/TesisCompletaMaríaFernandaMejíaPalomino.pdf>.

SIMON, M. Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective. **Journal for research in mathematics education**, v. 26, n. 2, p. 114–145, 1995. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.26.2.0114>

SIMON, M. The Need for Theories of Conceptual Learning and Teaching of Mathematics. En K. Leatham. (Ed.). **Vital Directions for Mathematics Education Research**, Springer, 2013, pp. 95–118. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6977-3_5

WITTMANN, E. C. Collective Teaching Experiments: Organizing a Systemic Cooperation Between Reflective Researchers and Reflective Teachers in Mathematics Education. En: WITTMANN, E.C. (Ed.), **Connecting Mathematics and Mathematics Education: Collected Papers on Mathematics Education as a Design Science**, 2021, p. 239–248. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61570-3_12

3

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN UNA COMUNIDAD EDUCATIVA RURAL

Hernán Modesto Rivas-Escobar⁶
Gloria Cristina Luna-Cabrera⁷

Resumen: La participación de la comunidad educativa en el diseño y desarrollo de estrategias didácticas para fortalecer los procesos de enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental sobre la base de diagnósticos participativos de problemas socio ambientales complejos es un aporte significativo toda vez que contribuye a la formación contextualizada que facilita la comprensión, el análisis y la reflexión para un conocimiento más pertinente y significativo sobre la complejidad de las ciencias naturales y la educación ambiental. Mediante juegos tradicionales se articula una propuesta de abordaje curricular de problemas socio ambientales complejos que se integran con la enseñanza para contribuir a la apropiación social del conocimiento desde experiencias colectivas didácticas.

Palabras clave: Estrategias didácticas, juegos tradicionales, ciencias naturales, educación ambiental, transdisciplina y complejidad.

1. Introducción

Este artículo recoge una parte de los resultados de la investigación adelantada por el grupo de investigación PIFIL (Plan de Investigación para el Fortalecimiento Integral de las comunidades) de la Universidad de Nariño, apoyado por el sistema de investigaciones institucional y que tiene por objeto en una de sus líneas de estudio el diseñar, implementar y evaluar herramientas didácticas de forma participativa con comunidades rurales del departamento de Nariño, Colombia, que les permitan comprender los problemas complejos de orden socio ambiental y a partir de esa comprensión y en función de los intereses y necesidades de la comunidad educativa diseñar estrategias didácticas basadas en los juegos tradicionales de la región para elaborar una serie de materiales didácticos que les sirvan a los estudiantes de los niveles de educación básica primaria, secundaria y media, en éste caso de la Institución Educativa Municipal Morasurco IEMM, para construir y fortalecer conocimientos significativos y pertinentes de las ciencias naturales y la educación ambiental integrados a las problemáticas socio ambientales del área de influencia de la Institución Educativa (RIVAS ESCOBAR; LUNA CABRERA, 2016).

Se recurre a una metodología participativa donde los miembros de la comunidad educativa son actores relevantes del diseño de los materiales educativos, ya que se construye con ellos desde un enfoque transdisciplinar la comprensión de los fenómenos socio ambientales que afectan a la institución educativa, los objetivos de aprendizaje en las diferentes áreas del currículo que van a ser mediados por los materiales educativos y

6 Mg. en Educación. Profesor asociado departamento de Estudios Pedagógicos, Facultad de Educación, Universidad de Nariño. Orcid: 0000-0002-3978-4952.

7 Mg. en Educación Ambiental. Profesora Titular departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales, facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Orcid: 0000-0001-5433-1970.

las características de las herramientas e instrumentos didácticos en función de: el tipo de juegos preferidos, el tiempo utilizado en la actividad y el nivel de complejidad según el grado de cada grupo.

Como resultados se logró diseñar tres juegos que hacen parte del material didáctico empleado en el desarrollo de talleres de capacitación que conforman la estrategia didáctica e integran características del medio de vida de construcción, identidad local, fundamentos conceptuales prácticos y atributos gráficos de fácil visualización y comprensión que en su dimensión de aplicación representan aportes significativos para los docentes, considerando que los juegos son una estrategia didáctica de motivación al aprendizaje, de igual manera, para los estudiantes éstos son la herramienta lúdica que los transporta a un espacio de interacción colectiva, diversión y conocimiento.

2. Descripción metodológica

La investigación de acción participativa surgió como una metodología inspirada en la sociología, se convirtió de inmediato en acción educativa, en cuanto recuperó la unidad dialéctica entre la teoría y la praxis, cuyo desarrollo demostró procesos de aprendizaje significativo, haciendo de la investigación una constante acción creadora tanto para los investigadores como para los actores sociales (CALDERÓN; LÓPEZ, 2016). Diría Orlando Fals Borda que:

“Una de las características propias de este método, que lo diferencia de todos los demás, es la forma colectiva en que se produce el conocimiento, y la colectivización de ese conocimiento” (FALS, 1986, p. 10).

Es así como esta investigación, además presenta un enfoque crítico y social ya que de acuerdo a Giroux (1997) citado por Niño-Arteaga (2019), la realidad educativa debe ser crítica y transformativa y eso implica tanto al ser humano como su devenir en el contexto sociocultural. No se trata de continuar con la separación del conocimiento y el poder, sino que se permita su compenetración con el mundo popular, con la gente del común, para que pueda salir de la mismidad capitalista y así participar de la construcción de su actualidad política; allí radica la principal forma de resistencia, ser capaz de atender y refutar cualquier discurso sin caer en la equivocación de la monopolización del conocimiento o en un conformismo cómplice con el desinterés frente a las problemáticas humanas.

Ya que de acuerdo a Morin (1999), educar para un pensamiento policéntrico que se alimente de las culturas del mundo debe ser la finalidad de la educación del futuro que debe trabajar en la era planetaria para la identidad y la conciencia terrenal, porque nos hace falta a todos aprender a ser, a vivir, a compartir y comulgar como habitantes del planeta Tierra.

En este sentido, se emplearon diferentes herramientas participativas para adelantar encuentros de sensibilización y socialización de la presente investigación, por medio de encuestas semiestructuradas se obtuvo la caracterización socioeconómica de la comunidad participante y su percepción sobre los juegos tradicionales, pensando en la forma de que estos sean utilizados didácticamente.

Según Leonel y Luna-Cabrera (2016) los conceptos, percepciones, imágenes mentales, creencias, emociones, interacciones, pensamientos, experiencias y vivencias manifestadas en el lenguaje de los participantes, ya sea de manera individual, grupal o colectiva se

recolectan con la finalidad de analizarlos y comprenderlos, y así responder a las preguntas de investigación que permitan en su desarrollo generar conocimiento.

Una vez sistematizada la información se procedió a diseñar los juegos didácticos tomando como referencia las características priorizadas y ajustadas a los contenidos y necesidades de formación de los estudiantes de la IEMM en los temas concertados con la comunidad educativa.

3. Características relevantes para el desarrollo de la estrategia didáctica desde la percepción ambiental de la comunidad rural en su contexto de vida

Se realizó la socialización de la investigación por parte del grupo de investigación PIFIL, de la Universidad de Nariño a docentes y directivos de la Institución Educativa Municipal Morasurco IEMM quienes manifestaron su interés por participar y capacitarse para aplicar el material didáctico dentro de sus clases y utilizarlo como una herramienta que facilite la construcción del conocimiento de las ciencias naturales y la educación ambiental (CÁCERES-CABRERA et al., 2020).

El primer momento permitió identificar la importancia de participar activamente en el proceso de construcción del material, y a su vez socializar los objetivos del proyecto a los demás miembros de la comunidad educativa, puesto que es fundamental conocer las preferencias desde las diferentes perspectivas, de una parte, la del adulto como padre de familia o docente y de otra parte, la de niños, niñas y adolescentes en su rol de estudiantes.

3.1. Recolección de información

La recolección de información primaria se realizó mediante la aplicación de dos encuestas semiestructuradas. La primera recoge información demográfica de la comunidad local que permite la identificación de condiciones socioeconómicas incluyendo variables como composición del núcleo familiar, ocupación, tiempo de residencia en la zona y actividad productiva principal; la segunda se orientó a conocer la percepción de la comunidad educativa de la IEMM (estudiantes, docentes y padres de familia) respecto a los juegos tradicionales.

En la investigación participaron 134 personas correspondientes a 30 familias de las veredas Daza, San Juan Alto, Josefina y Tosoabí, del municipio de Pasto (Nariño). Tabla 1

Tabla 1. Población participante del estudio

Vereda	No. De Personas Encuestadas	Porcentaje	Hombres %	Mujeres %
Daza	57	43%	44%	56%
San Juan Alto	31	23%	45%	55%
Josefina	2	1%	50%	50%
Tosoabí	44	33%	45%	55%
Total	134	100%	45%	55%

En cuanto a la ocupación de las personas encuestadas se encontró que el mayor porcentaje de la población son estudiantes con el 39%, entre los adultos la mayor proporción es la de amas de casa con el 26 %, el 19% se dedican a la construcción, el 7% son agricultores, el 5% conductores y mototaxistas y el 4% dedicados a oficios varios. Cabe resaltar que, aunque la zona de estudio es rural muchas de las personas han optado por dedicarse a otras labores como el transporte, el comercio y la construcción a pesar de tener áreas aptas para la agricultura, debido a la falta de productividad y apoyo al sector agropecuario, así como también por la influencia de la cercanía a la ciudad.

Se identificó que el sistema de producción predominante en la zona son los sistemas silvoagrícolas con el 31%, el sistema agrosilvopastoril obtuvo un porcentaje del 26%, seguido por los sistemas agrícolas y el sistema silvopastoril el 18%, por lo anterior es posible inferir que tanto las especies agrícolas como forestales deben considerarse en la construcción de los materiales orientados a la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental, puesto que hacen parte del contexto de vida y dinámica cultural de la zona de intervención.

De igual manera es de resaltar que esta serie de características se consideran fundamentales para darle identidad al material didáctico que se diseñará a fin de lograr apropiación y mayor conexión con el territorio, aspecto esencial en la construcción de cultura ambiental.

La segunda encuesta permitió establecer la percepción de los padres de familia, estudiantes y docentes en relación con las siguientes variables:

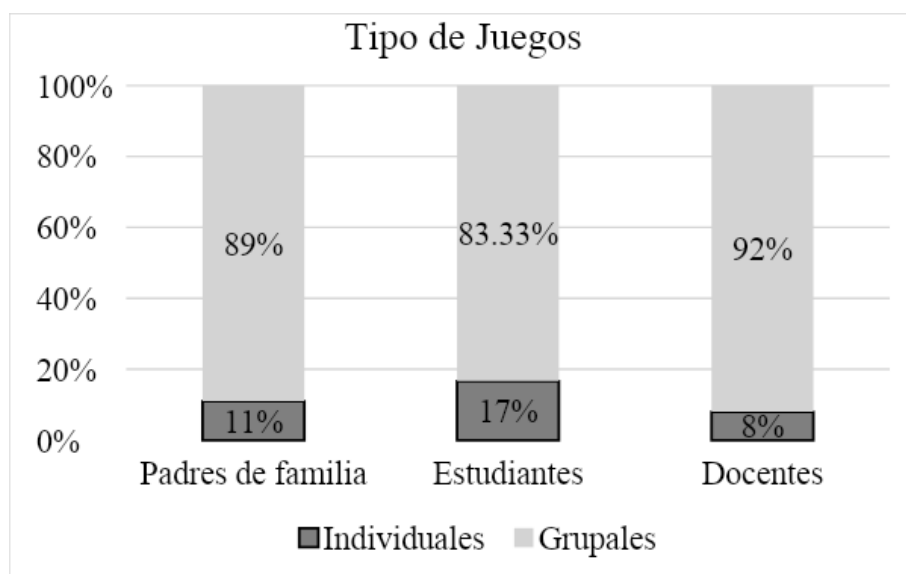
1. Tipo de juegos preferidos
2. Juegos conocidos
3. Tiempo para la aplicación de un juego

Estas variables se procesaron y analizaron para la construcción de la identidad del material, al incluir elementos del contexto de vida de la zona de estudio a fin de que los beneficiarios se sientan representados en él, facilitando la apropiación de este y de los conocimientos impartidos en cada uno de los módulos de capacitación propuestos.

Los juegos fueron clasificados en dos tipos, individuales y grupales esto con el fin de priorizar la preferencia del grupo de estudio, con la información recolectada (Figura 1) es posible afirmar que el mayor porcentaje de participantes prefiere los juegos grupales, lo cual será de gran beneficio en la aplicación de la estrategia didáctica, de acuerdo a Flores (2017) las actividades grupales facilitan el proceso de aprendizaje y contribuyen a desarrollar actitudes de cooperación que facilitan la búsqueda de soluciones a los problemas, la integración, la comunicación intergrupal y el desarrollo del sentido crítico.

Cabe resaltar que, los niños de diferentes contextos socioculturales adquieren diferentes comportamientos socialmente aceptados, teniendo en común la práctica de actividades lúdicas grupales; es por ello que Vygotsky (1997) citado por Acevedo & Londoño (2018), señala al juego como una actividad rectora muy importante durante el desarrollo cultural, durante la edad infantil, destacando el desarrollo simbólico y el juego temático de roles, como factor predominante para la adquisición de la experiencia social y cultural; por lo tanto, cada niño sin diferencia del contexto sociocultural desarrollan habilidades sociales.

Figura 1. Porcentaje de preferencia de juegos grupales e individuales

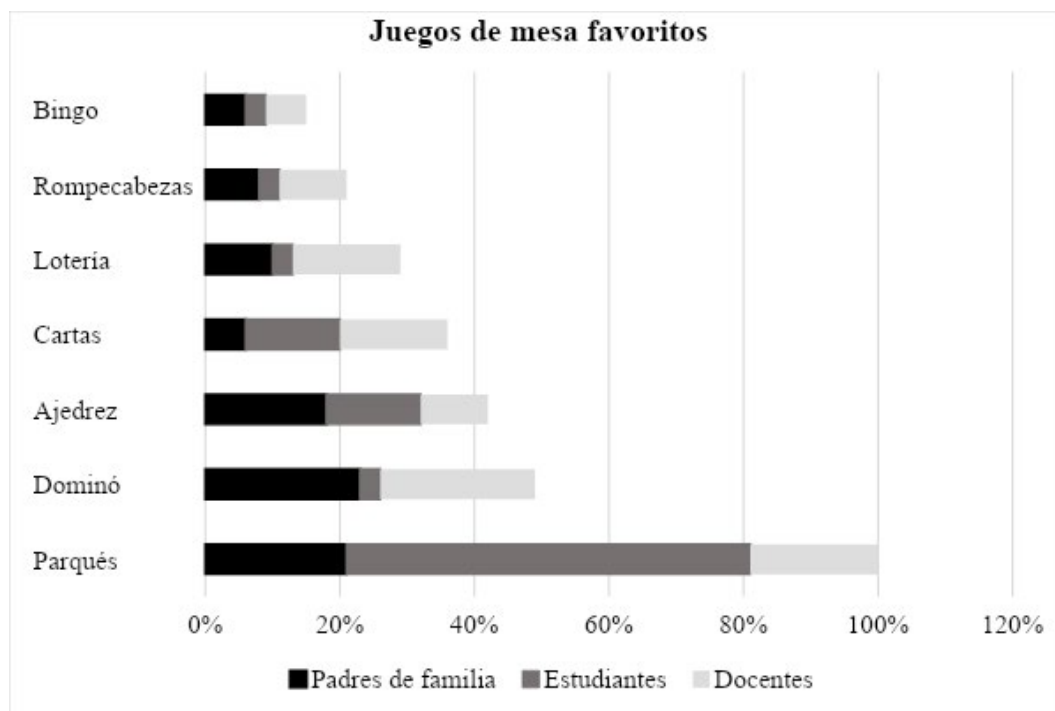


Fuente: los autores.

De igual manera se establecieron los juegos de mesa como los predilectos entre la comunidad educativa ya que la aplicación de este tipo de juegos favorece la construcción de conocimientos, a juicio de Rodríguez (2014) no solo consiste en aprender a jugar, sino que mediante las normas de los juegos se puedan tomar decisiones, realizar análisis, adquirir un pensamiento crítico y construir valores sociales, Gómez (2016).

Es así como en esta investigación fue posible determinar que el juego parqués, conocido como Parchis en España y que se cree que puede tener un origen en la India en el juego denominado pachisi o chaupar Alvira (2018), presenta la mayor acogida (100% de los encuestados), seguidamente se encuentra el dominó con una preferencia del 49%. El parqués es el juego de mayor preferencia por los estudiantes, en cambio el dominó que es un juego de gran arraigo en la cultura popular y que ha sido ampliamente utilizado en educación para la enseñanza de contenidos disciplinares tan variados como las matemáticas y el inglés, como idioma extranjero (RIVAS; TEXIDOR; GONZÁLEZ, 2016), presenta un porcentaje menor en este grupo, y es preferido entre los padres de familia y los docentes, como se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Porcentaje de preferencia en los juegos de mesa



Fuente: los autores.

De igual manera se realizó la identificación de los juegos tradicionales entendidos como lo menciona Moreno:

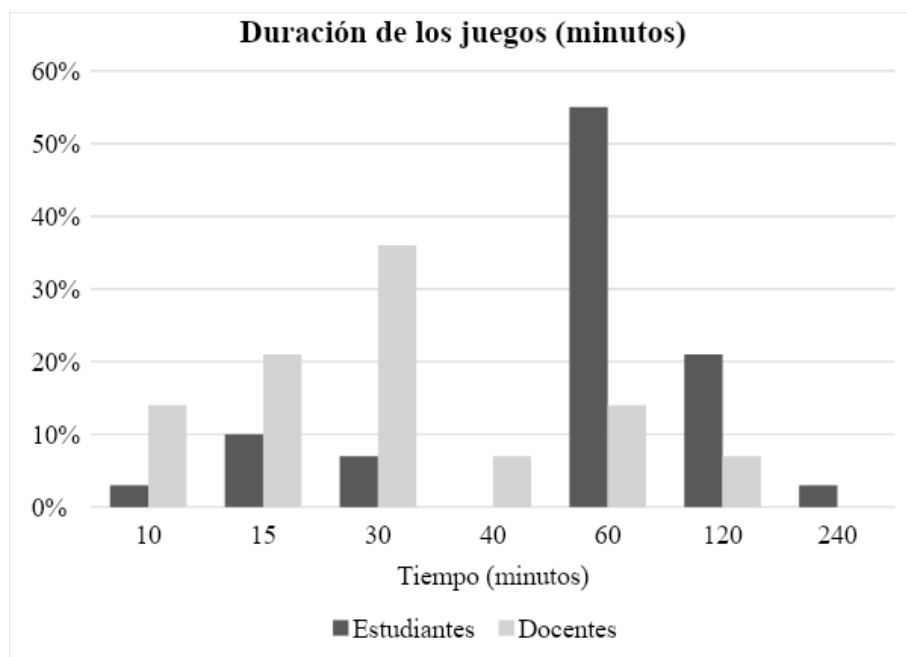
“Los juegos tradicionales son en esencia actividad lúdica surgida de la vivencia tradicional y condicionada por la situación social, económica, cultural, histórica y geográfica; hacen parte de una realidad específica y concreta, correspondiente a un momento histórico determinado; en esto tendríamos que decir como Óscar Vahos que cada cultura posee un sistema lúdico, compuesto por el conjunto de juegos, juguetes y tradiciones lúdicas que surgen de la realidad de esa cultura” (MORENO, 2008, p. 94).

Desde esta perspectiva el 37 % de los padres de familia reconoce el trompo y un 18% reconoce tanto al yoyo, como las canicas como juegos que recogen sus tradiciones y reflejan su cultura, esto con el fin de rescatar estos aspectos dentro del diseño de juegos como materiales didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental, teniendo en cuenta como lo menciona Blanco (2021, p. 10): “ busca el desarrollo de aprendizajes significativos por medio de los juegos tradicionales, implementando procesos interdisciplinarios entre las áreas “.

Así mismo, es importante resaltar la labor que ejerce el docente a la hora de generar y propiciar estrategias didácticas en sus prácticas, siendo una forma innovadora de crear espacios educativos donde se puede potenciar, cultivar y facilitar el desarrollo de la creatividad y la formación integral de los niños y adolescentes (PÉREZ; GUTIÉRREZ, 2017), sin embargo es importante tener en cuenta la duración del juego que se va a aplicar ya que de acuerdo Caraballo (2021) los niños de 8 a 12 años conservan su atención por un tiempo no mayor 45 minutos y los mayores de 12 años hasta por una hora. Teniendo en cuenta esto y que el 35% de los estudiantes se encuentran entre los 8 y 12 años; y el 58% son mayores a 12 años se puede afirmar que los juegos planteados deberán tener un rango de ejecución

entre los 45 y 60 minutos, cabe resaltar que el 55% de los estudiantes afirman preferir juegos con una duración máxima de 60 minutos, como se presenta en la Figura 3.

Figura 3. Tiempo para la ejecución de los juegos (minutos)



Fuente: los autores.

Otro aspecto importante para la implementación de los juegos son las áreas del conocimiento que se pueden transversalizar por medio de su uso, en este caso la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental alrededor del tema complejo del manejo de los residuos sólidos y de acuerdo a la información obtenida las áreas de mayor interés, según los estudiantes, para el uso de esta estrategia son: matemáticas, inglés, química y artística con un porcentaje del 42%, 19%, 8% y 7%, respectivamente, a diferencia de los docentes quienes consideran en un 33% que todas las áreas son viables para realizar este proceso de aprendizaje mediado por los juegos, seguido de matemáticas con un 15% y ciencias naturales con un 12%, siendo matemáticas un área priorizada por los dos grupos, tanto por docentes como por estudiantes al momento de realizar procesos de educación que impliquen el uso de juegos en el aula de clase.

La lúdica se considera como el conjunto de las manifestaciones artísticas, culturales, autóctonas y tradicionales, propias de una región, un grupo o una sociedad (FLORES, 2017), por ello la generación de espacios participativos para la investigación, la comunicación, el diálogo de saberes y el fomento de la creatividad, transversalizados por la lúdica; conllevan a incrementar la motivación del estudiante, quien se hace participe en la construcción de tecnologías de la información y comunicación (LEONEL; LUNA-CABRERA, 2016).

4. Diseño de una estrategia didáctica basada en juegos para la enseñanza en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en el corregimiento de Morasurco

Con la información obtenida se construyó una estrategia didáctica conformada por un plan de capacitación alrededor de dos grandes temas que comprenden tres módulos de

formación que integran las temáticas propuestas por la comunidad articuladas al desarrollo del Proyecto Ambiental Escolar PRAE, validado con un equipo interdisciplinario que definió las temáticas para cada módulo, Tabla 2.

Tabla 2. Temas priorizados para estructurar módulos de capacitación de la estrategia didáctica

Tema 1. Manejo Integral de Residuos Sólidos		Tema 2. Servicios ecosistémicos y bienestar humano	
Módulo	Juego	Módulo	Juego
Residuos sólidos	“Clasificación”	Servicios Ecosistémicos	“Tesoros ambientales”
Manejo de residuos orgánicos	“Lombricarrera”		

El plan de capacitación se desarrolla en dos temas principales: El primer tema: “manejo de los residuos sólidos”, propuesto desde la problemática central del PRAE y la relación con los ecosistemas; el primer módulo de éste tema denominado “Residuos sólidos” busca fortalecer los conocimientos para el manejo adecuado y reducción de residuos sólidos generados en la institución y el hogar, desde la revisión de conceptos básicos, la clasificación de los residuos a partir de la normativa legal vigente para el país y el planteamiento de alternativas de disminución de residuos a fin de reconocer la importancia de conservación de la naturaleza como generadora de materia prima.

El módulo dos “manejo de residuos orgánicos”, presenta al lombricompost como una alternativa para el aprovechamiento y reducción de residuos orgánicos para la institución y la familia; en él se realiza una revisión conceptual sobre el tipo de residuos, el lombricompost establecimiento y manejo, e integra además el suelo y el aire como los recursos mayormente beneficiados por esta práctica.

El segundo tema: “servicios ecosistémicos y bienestar humano”, comprende el módulo de capacitación titulado “servicios ecosistémicos que busca la comprensión de las relación entre la naturaleza y la calidad de vida de la comunidad local, partiendo además del interés de la comunidad por la conservación de los ecosistemas de bosque presentes en la zona y de concientizar y sensibilizar acerca de los efectos de la pérdida de los sistemas naturales por la deforestación desde la identificación de los beneficios generados y su importancia para la vida.

Cada uno de los módulos de capacitación está compuesto por una guía taller para la capacitación, que integra el desarrollo de actividades y dinámicas grupales e individuales y el planteamiento de un juego específico para cada temática construido a partir de la percepción de la comunidad local y con los aportes de un equipo de profesionales interdisciplinario del área pedagógica y técnica, como se presenta en las Tablas 2 y 3.

Tabla 3. Estructura de módulos de capacitación con sus respectivos juegos y contenido educativo

Tema 1: Manejo integral de Residuos Sólidos- RS					
Módulo	Juego	Objetivo	Indicadores de Aprendizaje	Contenido	Área articulada
Los residuos sólidos	Clasificaton	Fortalecer los conocimientos sobre el manejo adecuado y reducción de residuos sólidos	Comprender el concepto de RS Identificar la clasificación de residuos sólidos.	Los residuos sólidos Clasificación y separación en la fuente de los residuos sólidos Regla de las 3R's Alternativas de reducción de residuos sólidos	Matemáticas
Manejo de residuos orgánicos	Lombricarrera	Presentar alternativas de manejo y reducción de residuos orgánicos	Conozco residuos orgánicos Comprendo la importancia del compostaje en la generación de residuos orgánicos	Los residuos orgánicos El lombrí-compostaje Establecimiento de la lombrí-compostera escolar Manejo de la lombrí-compostera escolar	Ciencias Naturales, Química
Tema 2: Servicios ecosistémicos					
Módulo	Juego	Objetivos	Indicadores de aprendizaje	Contenidos	Área articulada
Servicios ecosistémicos para el buen vivir	Tesoros Ambientales	Comprender la importancia de los ecosistemas en el bienestar humano Identificar los servicios ecosistémicos más relevantes del corregimiento Morasurco	Identifico los servicios ecosistémicos provistos en mi región.	¿Qué es un servicio Ecosistémicos? ¿Qué es un ecosistema? ¿Cómo se clasifican? (Abastecimiento, Regulación, Culturales y de Soporte) ¿Cuáles son los servicios provistos por las especies en mi corregimiento?	Ciencias sociales

Esta estrategia pretende que los módulos de capacitación planteados sean desarrollados a lo largo de la ejecución de los proyectos de aula para afianzar conocimientos en ciencias naturales desde el análisis de la conservación de los ecosistemas en el contexto de vida en el corregimiento Morasurco del municipio de Pasto, articulado en la transversalidad de la educación ambiental concebido desde el Proyecto Ambiental Escolar de la IEMM.

De acuerdo a Luna et al. (2020) la propuesta de transversalización curricular en los procesos de Educación ambiental, intenta la formación de ciudadanos ambientalmente responsables, en tanto, trabaja los valores a través del autorreconocimiento, de las relaciones interpersonales e inclusión de los contextos social, político, cultural, histórico y ambiental, desde el ámbito local, regional, nacional e internacional.

Así mismo, en el ámbito de la institución educativa, el Proyecto Educativo Institucional (PEI) ubica al PRAE como un eje que favorece la articulación de distintos saberes y una lectura de conceptos, métodos y contenidos que atraviesa el Plan de Estudios para encontrar soluciones a los problemas ambientales del entorno en el que el alumno se desenvuelve como individuo y como colectivo (MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA, 2015).

Es en esa relación, en la que el individuo puede reconocerse y reconocer su mundo, por ello la educación ambiental debe dirigirse a todos los miembros de la comunidad, respondiendo a las necesidades, intereses y motivaciones de los diferentes grupos de

edad y categorías sociales, de acuerdo a Rodríguez (2016) es posible lograrlo por medio de actividades tendientes al mejoramiento de las conciencias de los individuos participantes y a la conservación del ambiente y de nuestro planeta. Permitiendo un proceso de autogestión del aprendizaje, donde el estudiante es capaz de construir su conocimiento a partir de: experiencias previas, contenidos impartidos por el profesor y la creación por parte de éste de espacios educativos adecuados, permitiendo el logro de un aprendizaje con comprensión, de esta forma los estudiantes aumentan el sentido de su propia capacidad para generar conocimientos valiosos por sí mismos (PONCE, 2016).

5. Reflexiones finales

En la educación ambiental, la didáctica es un tema de estudio emergente donde se está construyendo lo que Hugo y Adúriz-Bravo, (2009), llaman el conocimiento didáctico del contenido, es por ello la importancia de aportar con estrategias lúdicas para aportar en el diseño de los distintos juegos que se pueden convertir en la herramienta de apoyo para la enseñanza de las Ciencias naturales y la Educación Ambiental.

Los juegos como materiales didácticos para la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental permiten articular de manera creativa y dinámica los contenidos expresados en los estándares básicos por competencias y otros lineamientos curriculares planteados por el Ministerio de Educación Nacional.

Estos materiales didácticos en el marco de una estrategia integral propician la interacción lúdico-educativa, facilitando los procesos de formación y apropiación social del conocimiento desde la base territorial y su dinámica cultural.

La investigación con participación de la comunidad rural representa un valioso aporte en la construcción de las estrategias didácticas quienes aportan en la orientación de los juegos desde las preferencias locales dándole significado al potencial ambiental de la región.

Referencias

ACEVEDO, C. A.; LONDOÑO, N. **El juego en los diferentes contextos socioculturales: factor influyente en el desarrollo de habilidades sociales en la edad preescolar.**

(Pregrado en psicología) – Facultad de Ciencias Humanas, Sociales y de la Educación, Universidad Católica de Pereira, Pereira, 2018.

ALVIRA, D. E. **El parqueés: Un juego entre la innovación y la tradición.** (Pregrado en Diseño Industrial) – Facultad de Artes y Diseño, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 2018.

BLANCO, K. N. **El juego tradicional como medio para el fomento de la interdisciplinariedad.** (Pregrado en Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deporte) – Facultad de Educación, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, 2021.

CÁCERES-CABRERA, M. P. et al. Juegos tradicionales como estrategia metodológica para la enseñanza de matemática. **CIENCIAMATRIA**, v. 6, n. 3, p. 428–449, 2020.

CALDERÓN, J.; LÓPEZ, D. Orlando Fals Borda y la investigación acción participativa: aportes en el proceso de formación para la transformación. **Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini**. Anais... Em: I ENCUENTRO HACIA UNA PEDAGOGÍA EMANCIPATORIA EN NUESTRA AMÉRICA. 2016.

CARABALLO, A. **El tiempo de concentración de los niños según su edad**. Disponible em: <<https://www.guiainfantil.com/blog/educacion/aprendizaje/el-tiempo-de-concentracion-de-los-ninos-segun-su-edad/>>. Acceso em: 18 abr. 2023.

FALS, O.; RODRIGUES, C.; CETRULO, R. **Investigación participativa**. Montevideo: Ediciones de Iá Banda Oriental, 1986.

FLORES, A. L. **Importancia de las dinámicas grupales en la socialización de los niños y niñas de cinco años de Educación Inicial**. (Especialidad Profesional de Educación Inicial) – Facultad de Educación, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2017.

GIROUX, H. A. **Pedagogy and the politics of hope: theory, culture, and schooling; a critical reader**. Oxford: Westview Press, 1997.

GÓMEZ, C. N. **La lúdica como estrategia pedagógica para mejorar la convivencia escolar en los niños y niñas del grado transición jornada mañana, de la institución educativa santa rosa. sede 2 “José Cardona Hoyos”**. (Especialización en Pedagogía de la Lúdica) – Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Fundación Universitaria Los Libertadores, Santiago de Cali, 2016.

HUGO, D. V.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Las emociones de quienes aprenden a enseñar ciencias: un desafío para la investigación en didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. 0, p. 3404–3408, 2009.

LEONEL, H. F.; LUNA-CABRERA, G. C. **Herramientas didácticas para la formación agroforestal**. 1. ed. San Juan de Pasto: Editorial Universidad de Nariño, 2016. v. 5

LUNA CABRERA, G. C. et al. **Transversalidad de la educación ambiental**. 1a Edición ed. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño, 2020.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL DE COLOMBIA. **Educar para el desarrollo sostenible**. Disponible em: <<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html>>. Acceso em: 18 abr. 2023.

MORENO, G. A. Juego tradicional Colombiano: una expresión lúdica y cultural para el desarrollo humano. **Educación Física y Deporte**, v. 27, n. 2, p. 93–99, 2008.

MORIN, E. **Los Siete saberes necesarios para la educación del futuro**. Medellín: Santillana, 1999.

NIÑO-ARTEAGA, Y. Problematizar lo humano en educación. La dimensión política y el concepto de pensamiento crítico en la pedagogía de Freire y Giroux. **Pedagogía y Saberes**, n. 51, p. 133–143, 2019.

PÉREZ, P.; GUTIÉRREZ, M. Y. **El juego en el escenario educativo actual : discursos y prácticas de juego en la educación preescolar, primaria, secundaria, media y superior**. Bogotá: Kimpres, 2017.

PONCE, M. E. La autogestión para el aprendizaje en estudiantes de ambientes mediados por tecnología. **Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa**, v. 7, n. 12, p. 1–23, 2016.

RIVAS ESCOBAR, H. M.; LUNA CABRERA, G. C. **Ambiente y sostenibilidad**. San Juan de Pasto: Editorial Universidad de Nariño, 2016. v. 6

RIVAS, M.; TEXIDOR, R.; GONZÁLEZ, R. M. The Didactic Domino in the English teaching as a foreign language and its technical application. **Revista Habanera de Ciencias Médicas**, v. 15, n. 1, p. 113–122, 2016.

RODRÍGUEZ, K. **Articulación del proyecto ambiental escolar (PRAE) con actividades curriculares para la apropiación en el Colegio Nuestra Señora del Buen Consejo**. (Pregrado en Ingeniería Ambiental y Sanitaria) – Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle, Bogotá, 2016.

RODRÍGUEZ, L. N. **Aplicación de los juegos de mesa como estrategia pedagógica para facilitar el aprendizaje en la educación inicial**. (Pregrado en Psicología Infantil) – Facultad Ciencias Humanas y Sociales, Corporación Universitaria Iberoamericana, Bogotá D.C, 2014.

VYGOSTKI, L. S. El papel del juego en el desarrollo del niño. **Revista de educación física: Renovar la teoría y práctica**, n. 66, p. 5–11, 1997.

4

LA INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA APLICADA A LA ROBÓTICA

Darío Fernando Fajardo-Fajardo⁸
Ayda Lilia Caicedo-Bravo⁹
Sandra Rebeca Echeverry-Potosí¹⁰

Resumen: El presente trabajo tuvo como objetivo el fortalecimiento de las competencias científicas y tecnológicas, en los estudiantes de 25 Instituciones Educativas del Departamento de Nariño- Colombia, quienes aplicaron la robótica como estrategia para la solución de problemas de contexto relacionados con las Ciencias Naturales. Para el presente caso se tomará como referente el trabajo de investigación denominado: “¿Cómo se podría espantar las aves mediante la utilización de la robótica y poder mejorar la convivencia entre todos los miembros del resguardo indígena de Colimba?, de la I.E. Libardo Ramiro Muñoz, que tuvo como objetivo la utilización de la robótica, para ahuyentar aves como: Gallinas domesticas (*Gallus gallus domesticus*), Tortola (*Zenaida auriculata*), Chiguaco negro (*Turdus chiguanco*), Gorrion (*Passer domesticus*), en el momento de la siembra de pastos; quienes para el desarrollo del proyecto siguieron cada uno de los pasos de la ruta metodológica del Programa Ondas de Minciencias, que permitió la participación de los diferentes actores para generar conocimiento, conllevando a la apropiación social del conocimiento.

Palabras claves: Investigación, estrategia pedagógica, robótica, competencias científicas, apropiación social

1. Introducción

Se implementó una estrategia de formación dirigida a los estudiantes y docentes de los establecimientos educativos, tomando como base la línea de investigación de *Robótica e Informática*, en el marco del proyecto: DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS EN ROBÓTICA E INFORMÁTICA EN LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO Y ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS DEL MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO”, cuyo propósito era que los investigadores profundizaran en los usos de la robótica y aplicación de las TIC, tomando como referencia problemas de contexto relacionados con las Ciencias Naturales.

Al iniciar el proceso, las y los docentes acompañan a sus estudiantes, tomaron como punto de partida, la formulación de una pregunta de investigación, teniendo en cuenta que esta debía expresar de la mejor manera una problemática evidente en su municipio o región y que se pudiera solucionarse con las aplicaciones de la robótica y la informática, para luego convertirla en el planteamiento del problema de investigación, y mediante el seguimiento riguroso de la ruta de investigación del programa Ondas, acercar a los niños, niñas y jóvenes a la ciencia para generar competencias científicas y tecnológicas, que permitan incentivar

8 Magister en automatización Industrial, Universidad Nacional de Colombia, Magister en Estadística e Investigación Operativa, Universidad Tecnológica de Pereira – Universidad de Nariño; y profesor de la Universidad de Nariño, Colombia. dariofajardo@gmail.com.

9 Magister en Gestión de la Tecnología Educativa. Universidad de Santander, Colombia. Coordinadora del Programa Ondas Nariño. aydacaicedo28@gmail.com.

10 Ingeniera Agroindustrial Universidad de Nariño; y asesora pedagógica Programa Ondas Nariño. energiasondas@gmail.com.

la reflexión, el pensamiento crítico, la sistematización de la información, permitiendo la producción de saber y conocimiento, la movilización social de actores, e impacto en las comunidades, para generar capacidades regionales en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Con la implementación de la línea de investigación de robótica e informática, se dejó capacidad instalada en las Instituciones Educativas impactadas, en especial la Institución Educativa Libardo Ramiro Muñoz, en donde los maestros acompañantes dinamizaron el desarrollo del proyecto de investigación, motivando a maestros de las diferentes áreas para que aporten al proyecto, y así realizar un trabajo interdisciplinario. Lo mismo sucedió con los estudiantes investigadores, quienes participaron en los espacios de ferias y socialización de resultados, experiencia que resulto llamativa para estudiantes de otros grados en el establecimiento educativo, esperando que a futuro se continúe con otras etapas en la misma línea.

Al finalizar el proyecto es notorio el impacto y aporte en el quehacer pedagógico de los maestros acompañantes y co-investigadores, ya que se apropiaron de la Investigación como estrategia pedagógica "IEP", porque reconocieron su importancia en la aplicabilidad y muy seguramente dará paso al desarrollo de nuevas prácticas pedagógicas que conjugaran como logro los tipos de aprendizaje que se promueven en la estrategia, entre los cuales están: el situado, colaborativo, problematizador e indagación crítica, diálogo de saberes y negociación cultural; de esta manera se hace evidente el rol que cumple en maestro en el desarrollo de los proyectos de investigación infantiles y juveniles, ya que no solo acompañan el proceso de investigación, sino que también realizan sus propias reflexiones sobre la manera como se desarrolla la investigación siguiendo la ruta metodológica planteada por el Programa Ondas y sus propios aportes y adaptaciones a la misma, dependiendo del contexto.

2. Fundamentos teóricos

2.1. La Investigación como Estrategia Pedagógica aplicada a la Robótica

2.1.1. Fundamentación de la Robótica Educativa

Como lo cita Pinto *et al*, (2016) La "Robótica Pedagógica" es definida como una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología, es por ello que se puede transversalizarla en las diferentes áreas del conocimiento; en estos términos (Ruiz, 2007). Afirma que esta concepción se enfoca en un constructo de robots como herramientas pedagógicas, que son muy útiles para el aprendizaje de los estudiantes.

Martial (Vivet y Nonnon, 1989), otra definición citada por Pinto, cataloga la robótica como "la actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento, con fines didácticos, de objetos tecnológicos, que son reproducciones reducidas muy fieles y significativas de los procesos y herramientas robóticas que son usadas cotidianamente, sobre todo, y que cada vez son más comunes en nuestro entorno social, productivo y cultural". Este concepto es mucho más amplio, donde se abarca un sin número de herramientas robóticas que se pueden usar con fines de enseñanza y además desarrolla en el estudiante competencias tecnológicas de aprendizaje.

Según Caicedo *et al*, (2016) afirma que la robótica surge como un recurso didáctico innovador, favoreciendo la construcción de conceptos y conocimientos de distintas

disciplinas, no únicamente las tecnológicas o científicas, desde el nivel infantil hasta el universitario. Todo dependerá como lo señala Koldo Olaskoaga en su artículo: la robótica como apoyo al aprendizaje, de la manera en que se utilice durante el proceso de enseñanza - aprendizaje, que puede ser: como objeto de aprendizaje, como medio de aprendizaje o como apoyo al aprendizaje.

Según García (2015), citado por Caicedo (2021) de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, de FLACSO, Uruguay, toma la programación como parte de un proceso educativo, analizando la Robótica Educativa, como una forma de trabajo que sustenta el desarrollo del pensamiento computacional, en niños, niñas y jóvenes de educación en general, más allá de la programación y de las orientaciones profesionales, a las que se dediquen en el futuro. Utilizando una dinámica de cuatro palabras con los estudiantes (imaginar, diseñar, construir y programar), los estudiantes aprenden a programar de una manera sencilla y atractiva, esta estrategia se aplica en el desarrollo de proyectos específicos.

Siendo tan llamativa la robótica para la infancia, esta se convierte en una muy buena herramienta hacia la transformación digital como un proceso de adopción de herramientas y métodos digitales por parte de organizaciones y países, con mayor énfasis en donde el proceso de adopción digital es mínimo o no se puede alcanzar el ritmo del cambio en las tecnologías digitales (OEI, 2022). Se indica en este informe también que la brecha digital entre quienes pueden acceder a las tecnologías digitales y utilizarlas y quienes quedan excluidos de ellas, es considerablemente más pronunciada en los países latinoamericanos. De igual manera en el informe “Educación e Infancia en el siglo XXI: el bienestar emocional en la era digital” (OCDE, 2020), se indica que es necesario conocer el impacto de la utilización de las nuevas tecnologías en la primera infancia y reconocer experiencias exitosas como oportunidad para mejorar el bienestar físico y emocional.

Cabe destacar que con estas experiencias de aula con el uso de la Robótica se logra establecer procesos de enseñanza-aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento, también se proporciona instrumentos informáticos con los cuales ellos pueden dar solución a problemas sencillos de su cotidianidad.

La enseñanza de la robótica educativa no debe manejarse como un recurso que proporciona tecnología, al contrario debe ser un factor de motivación en clase, el cual despierte mucho interés en los estudiantes y propenda por la construcción de un conocimiento y desarrolle competencias como: la autonomía, la iniciativa, la responsabilidad, la creatividad, el trabajo en equipo, la autoestima y el interés por la investigación (Caicedo *et al*, 2016).

Es muy importante destacar que por medio de la Robótica Educativa se trabajan las disciplinas STEM, este nombre dado por sus siglas en inglés (Ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas), en el momento en el país se está haciendo un gran esfuerzo por implementar este enfoque educativo con el fin de cerrar las brechas y fomentar la apropiación de la ciencia y la tecnología en lugares apartados de Colombia.

2.1.2 Fundamentos de la Apropiación Social del Conocimiento

Según Minciencias (2020) en su documento de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación define la Apropiación Social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación – ASCTI, como un proceso intencionado de comprensión e intervención de las

relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, construido a partir de la participación activa de los diversos grupos sociales que generan conocimiento.

En el documento se afirma que la Apropiación Social del Conocimiento que se genera mediante la gestión, producción y aplicación de ciencia, tecnología e innovación, es un proceso que convoca a los ciudadanos a dialogar e intercambiar sus saberes, conocimientos y experiencias, promoviendo entornos de confianza, equidad e inclusión para transformar sus realidades y generar bienestar social (Minciencias, 2020).

Colombia es un territorio en donde se generan condiciones para el desarrollo de la CTel, con el fin de que los ciudadanos podamos atender asuntos de interés social y resolver problemas relacionados con salud, educación, industria, agricultura y ambiente, entre otros. El conocimiento que es compartido y apropiado por las personas es variado, dependiendo del problema o reto a enfrentar por parte de los grupos sociales (Minciencias, 2020).

En el documento se hacen algunas recomendaciones: "... que a partir de los procesos pedagógicos los participantes nos vinculemos a redes y comunidades de aprendizaje, y que, a partir de las referencias, enfoques y perspectivas actuales, generemos nuevas miradas y formas de hacer Apropiación Social del Conocimiento. Estos procesos pedagógicos deben fomentarse desde distintas fuentes de acceso abierto, teniendo en cuenta los conocimientos previos y experiencias de los participantes. Así, movilizamos la apuesta de esta política y recogemos diversas formas de comprender y hacer la apropiación social en los territorios" (Minciencias, 2020). Desde el Programa Ondas se realiza la movilización de actores por medio de la participación en ferias y la socialización de los proyectos de investigación en estos espacios por parte de los estudiantes, esta interacción permite una apropiación social del conocimiento de manera práctica.

Desde la IEP se han promovido espacios para que los diferentes actores incorporen el uso de nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), para potenciar el acompañamiento y las actividades investigativas, formarse colaborativamente y por autoformación, dar a conocer sus trabajos, compartir conocimientos, y reflexionar sobre las experiencias de virtualidad, con el fin de construir una cultura de uso de las TIC en los diferentes procesos pedagógicos, investigativos, administrativos, políticos y sociales, haciendo real una sociedad que se digitaliza. Para lograr que las comunidades incorporen una cultura ciudadana en CT+I se debe proponer cambios en las propuestas educativas, que permitan un trabajo de reorganización de los espacios y ambientes de aprendizaje así como en las estructuras administrativas; pero es aún más importante que estos cambios se logren, en las comunidades, y en cada uno de los actores. Colciencias. (Fundamentación de las líneas de investigación, 2007).

Colciencias (2007) asegura que la investigación como estrategia de formulación de problemas es una forma de acceder al conocimiento y a la actuación en la realidad propia del entorno socio-cultural en que están inmersos docentes y discentes. La investigación como metodología. Constituye un principio orientador de las decisiones curriculares, una forma de seleccionar e interrelacionar los diferentes recursos y estrategias de enseñanza, por su educación al proceso de reconstrucción de conocimientos, es el eje en torno al cual debe articular todo el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por otra parte, desde la experiencia de investigadores de la Universidad de Nariño, se indica que el proceso de diseñar, construir y programar robots permite apropiarse de conceptos importantes que se relacionan con las ciencias de la computación, matemáticas aplicadas, la física, ciencias en general, trabajo en equipo y comunicación, al mismo tiempo que se

aprende el proceso de explorar, planificar y resolver problemas (GIIEE, 2016). Tendencias marcadas a nivel internacional como el estímulo de las competencias denominadas STEM, establecen que incentivar la investigación a partir de experimentos simples en estudiantes de educación básica y media facilitan la apropiación de habilidades y la capacidad de resolución de problemas.

2.1.3 Fundamentación de la Investigación como Estrategia Pedagógica (I.E.P).

Según Manjarrés (2007) La estrategia pedagógica del Programa Ondas es la *investigación* que, según la política de formación de recurso humano y de apropiación social del conocimiento científico y tecnológico de Colciencias, es el eje fundamental para fomentar una cultura ciudadana de la CT+I en los niños, las niñas y los jóvenes colombianos, pues reconoce en ellos su capacidad para explorar, observar, preguntar sobre sus entornos, sus necesidades y sus problemáticas; mediante el diseño de proyectos, ellos organizan sus interrogantes en procesos de indagación.

En este contexto, se reconoce la importancia de darle un contenido propio y un sentido a la actividad investigativa desarrollada en *Ondas*, reconociendo que su énfasis fundamental está en ser una estrategia pedagógica a través de la cual se forma en una cultura ciudadana en CT+I desde la infancia (Manjarrés 2007).

Con la aplicación de esta estrategia podemos decir que la investigación puede ser desarrollada desde edades tempranas, como algo propio del ser humano en su descubrir y no dejar relegada a los adultos, ya que los niños aún tienen su capacidad de asombro latente y se generan muchas dudas y preguntas acerca del mundo que lo rodea, es necesario por ello canalizarlas y guiarlos en el cuestionamiento y la formulación de preguntas de investigación que pueden dar solución a un problema de contexto.

3. Ruta metodológicos del Programa Ondas de Minciencias

La propuesta metodológica de formación docente de la línea de *Robótica e Informática* (2016), promueve la reflexión sobre la práctica pedagógica, a través de la investigación técnica científica como estrategia pedagógica. Para ello, se plantea una ruta que combina espacios de formación presencial y virtual, materiales de apoyo, asesorías y acompañamientos con el fin de promover ejercicios de sistematización y reflexión sobre la práctica por parte de los docentes en el campo de la Robótica e informática.

La ruta de formación tendrá el acompañamiento del asesor de línea temática *Robótica e Informática*.

Según la fundamentación de la línea de investigación de Robótica e Informática, construida en el Departamento de Nariño, se plantea la siguiente ruta con cada una de sus fases así:

FASE	DESCRIPCIÓN
Fase metodológica No.1: "Descubriendo el mundo de la robótica e informática"	Se busca que los docentes conformen un espacio de conocimiento donde pierdan el temor a la inmersión en el mundo tecnológico, y más aún en el de la robótica, y puedan dar rienda suelta a preguntar, a aprender y a crear. Es la Etapa donde se conforma el grupo y se realiza un diagnóstico de saberes previos acerca de la temática.
Fase metodológica No.2: "Aprender haciendo"	A lo largo de esta fase se busca que el maestro en compañía del asesor desarrolle actividades teórico prácticas que faciliten el aprendizaje de los nuevos conceptos de electrónica básica, robótica y programación que en su labor docente puedan ser adaptadas a las diferentes temáticas de aula. Se busca que los conceptos sean claros y sencillos con materiales de apoyo complementarios como videos y prácticas en simuladores, para finalmente trabajar con los elementos físicos. Lo anterior con el fin de que las aulas de clase dejen de ser un espacio teórico y se conviertan en un lugar donde los participantes aprehendan haciendo, y permitiendo tener un aprendizaje colaborativo y significativo.
Fase metodológica No.3: "Genios inventando e investigando"	Finalmente en esta etapa los participantes deben desarrollar una propuesta de robótica que permita dar solución a un problema en su contexto escolar utilizando como estrategia metodológica la I.E.P. con el fin de poner en práctica los conceptos aprendidos. Aquí termina el proceso formativo al docente para dar inicio al proceso de desarrollo investigativo en aula, adoptando temáticas innovadoras y así, transformar su aula en un lugar donde se desarrolla un proceso activo de aprendizaje

En el desarrollo de la ruta metodológica se deben realizar tres talleres básicos dirigidos a los maestros y las maestras donde se explica al detalle las etapas del proyecto.

Fase 1:		
TALLER DE LA PREGUNTA		
Convirtiendo las preguntas en problemas, se presentan los elementos que hay que tener en cuenta para iniciar la investigación.		
1- Estar en la onda	2 - Perturbación de la onda	3 - Superposición de la onda
Fase 2:		
TALLER DE LA I.E.P		
Construyendo y recorriendo las trayectorias de indagación, se plantean herramientas metodológica cas para la construcción de respuestas.		
4 - diseño de la trayectoria	5 - el recorrido de las trayectorias de indagación	
Fase 3:		
TALLER DE PRODUCCIÓN DE SABER Y CONOCIMIENTO. LA SISTEMATIZACIÓN		
¿Cómo organizo y comparto lo que estoy aprendiendo? Escritura, sistematización y producción de saber.		
6 - reflexión de la onda	7- propagación de la onda	8 - organización de redes de conocimiento

Fase 1. Planeación de la investigación

Incluye actividades como: participar en la divulgación, formación y acompañamiento, inscribir el grupo de investigación o institución educativa en la convocatoria para financiación de propuestas de investigación, de esta manera se forma parte de la movilización social.

Por parte del Comité Departamental del Programa Ondas se asigna al asesor de línea temática que acompañará a los grupos infantiles y juveniles durante todas las etapas de la IEP.

De esta manera desde la Institución Educativa se constituye el grupo de investigación con estudiantes, maestros y maestras de esta. Los estudiantes aprenden que trabajar en grupo es entrar en la onda de la IEP y el aprendizaje colaborativo.

Fase 2. Desarrollo de la investigación

En esta fase se trabaja con las preguntas de investigación seleccionadas por parte del grupo, para transformarla en una pregunta de investigación, con ello se produce las perturbaciones que generan ondas, y permiten profundizar en el aprendizaje situado y la negociación cultural.

Posteriormente se plantea el problema con el grupo de investigación, a partir de la elaboración, discusión y argumentación de las preguntas, haciendo real el aprendizaje problematizador y la pedagogía del conflicto.

Luego se aborda la etapa de diseño de las trayectorias de indagación o rutas metodológicas en forma colaborativa, para resolver el problema de investigación, dando paso al reconocimiento de los diferentes métodos y herramientas que construyen la indagación.

Con el asesor de línea y estudiantes de ingeniería electrónica se presupuestaron los costos de la investigación; todos los problemas de investigación seleccionados contaron con un apoyo económico y técnico con auxiliares de investigación. Estos recursos se deben manejar con responsabilidad y transparencia, haciendo efectiva la corresponsabilidad en la construcción de lo público. Posterior a ello se recorren las trayectorias de la indagación, para ello se estudia el problema, mediante la aplicación de los métodos y herramientas antes definidos.

En seguida el grupo debe proceder registrar cuidadosamente todo lo que encuentre, mientras son recorridas dichas trayectorias: las cosas que los asombran; las novedades del camino; los procesos que se van presentando; sus búsquedas, entrevistas e indagaciones. Para ello, utilizan los instrumentos de registro que encuentran a lo largo de la guía para la investigación y la innovación: Xua, Teo y sus amigos en la Onda de la Investigación.

En diferentes trayectos de la indagación, es necesario realizar unas pausas para reflexionar sobre el proceso, así como para producir saber y conocimiento acerca del problema estudiado; de igual manera, reconstruir el proceso metodológico, argumentando sus decisiones y hallazgos, y superando el umbral del conocimiento previo de los grupos acerca de su problema de investigación. La reflexión de la onda se da mediante la producción colectiva y el diálogo de saberes.

Fase 3. Comunicación de los resultados

Como etapa fundamental en el proceso de formación, se brindan los espacios para dar a conocer los hallazgos y alcances de las investigaciones, esto porque se espera que el conocimiento y los resultados sean útiles a la comunidad; para ello se propician los espacios de interacción con otros estudiantes y con la comunidad educativa en general.

En esta etapa es de suma importancia la articulación con entes territoriales, para lograr nuevas alianzas y la continuación de los proyectos en posteriores fases. Los investigadores cumplen funciones de alfabetización en sus comunidades inmediatas, generando en ellas, con el conocimiento histórico, una relación diferente. En esta etapa se hace real una idea de aprendizaje colaborativo, que negocia con sus comunidades inmediatas la construcción de un espíritu científico. Entre los espacios de apropiación social de conocimiento están: Ferias Institucionales, divulgación de resultados a nivel departamental, regional, nacional.

4. Un ejemplo de desarrollo de proyecto Ondas, en la línea de investigación de Robótica e Informática

Se toma como ejemplo el proyecto de investigación titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS, MEDIANTE LA ROBÓTICA, PARA AHUYENTAR AVES COMO: GALLINAS DOMESTICAS (*Gallus gallus domesticus*), TÓRTOLA (*Zenaida auriculata*), CHIGUACO NEGRO (*Turdus chiguanco*), GORRION (*passer domesticus*), EN EL MOMENTO DE LA SIEMBRA DE PASTOS", desarrollado por la maestra acompañante: Sol Durcal con los estudiantes del grupo de investigación "I.T.LIBARAM".

En la etapa "Estar en la Onda", se conformó el grupo de investigación llamado: "I.T.LIBARAM", participaron 43 estudiantes de los grados 7, 8, 9 y 10. Quienes eligieron un representante, que se encargó de liderar el grupo en el desarrollo de la investigación, una secretaria y un tesorero.

En la etapa "Las perturbaciones de las Ondas" se formuló la pregunta de investigación, para ello se conformaron subgrupos con el fin de poder analizar cuál era el problema que aquejaba a la Institución Educativa. Se realizó una lluvia de ideas y empezaron a formular varias preguntas de investigación, después de analizar cada pregunta, seleccionaron cinco de ellas y finalmente solo escogieron una, la cual fue su tema de investigación. Algunas de las preguntas preliminares fueron:

- ¿Cómo puedo mejorar la convivencia entre los miembros de mi comunidad en épocas de siembra de pastos?
- ¿Se puede evitar que las aves silvestres y gallinas consuman las semillas de los pastos?
- ¿Es posible construir un robot que espante a las aves en la época de siembras?
- ¿Cómo puedo contribuir a disminuir las aves silvestres que llegan al Resguardo, durante la época de siembra de pastos?
- ¿Mediante la utilización de la robótica como podría espantar las aves que llegan a los cultivos en época de siembra en el resguardo Indígena de Colimba?



Fuente: los autores.

Tomando como referencia las anteriores preguntas, se seleccionó la siguiente: “¿Cómo se podría espantar las aves mediante la utilización de la robótica y poder mejorar la convivencia entre todos los miembros del resguardo indígena de Colimba?”, los estudiantes del grupo de investigación plantearon como posible solución la utilización de la robótica, para ahuyentar aves como: Gallinas domesticas (*Gallus gallus domesticus*), Tortola (*Zenaida auriculata*), Chiguaco negro (*Turdus chiguanco*), Gorrion (*Passer domesticus*), en el momento de la siembra de pastos en la granja de la institución.

Para ejecutar la etapa “**Superposición de las Ondas**”, el grupo analizó las causas y consecuencias que derivaban en el problema de investigación, por lo que inicialmente hicieron una revisión bibliográfica, observaron la situación a su alrededor y pudieron concluir que dentro del aspecto económico del Resguardo Indígena de Colimba – Guachucal, la principal actividad era la agricultura, seguido de la ganadería; la comercialización de diferentes especies animales, esto permitía suplir las necesidades económicas de las familias, como también se destinaban para el consumo familiar, especies menores y hortalizas. Sus habitantes se dedican al cuidado y mejoramiento de su economía con actividades como: la cría de ganado porcino, de especies menores (cuyes, conejos, gallinas). Las especies avícolas son en su mayoría criollas, crecen cerca o dentro de las viviendas.

Además observaron que las actividades humanas, el aumento de la frontera agrícola, la modificación de los ambientes naturales habían generado dificultades entre las relaciones existentes entre aves silvestres y las actividades desarrolladas por el hombre, sobre todo se observa el impacto al momento de las siembras; las aves llegan a los cultivos de pastos, para alimentarse, generando impacto económico negativo, al momento de rebrote del pasto se observan zonas en las cuales no hay presencia del mismo por lo tanto la producción de forraje es menor a la esperada, obligando a los agricultores a realizar una resiembra en la cual tienen que invertir más dinero. Su análisis arrojó que las aves que más afectaban los cultivos de pastos eran las gallinas (*Gallus gallus domesticus*), que se producen en las casas aledañas, aves silvestres como: Tortola (*Zenaida auriculata*), Chiguaco negro (*Turdus chiguanco*), Gorrion (*Passer domesticus*), que se encuentran en los árboles cercanos a los cultivos; se observó que los habitantes del Resguardo Indígena de Colimba, tenían las gallinas, a campo abierto, para que busquen el alimento y estas se desplazaban a zonas aledañas, huertas, áreas preparadas para la siembra de pasto.

Según los estudiantes investigadores los métodos que más se utilizaban para repeler la presencia de estas aves fueron: los tóxicos (semillas envenenadas), lanzar piedras,

ahuyentar con la ayuda de perros cazadores, con el fin de matarlas; además del daño económico, se generaron otros problemas de convivencia entre los habitantes; como se pudo observar estas estrategias empleadas no fueron eficientes y llevaron a incrementar el impacto ecológico y social.

Para la etapa **“Trayectorias de indagación”**, se seleccionó de una manera precisa la meta a la que se quería alcanzar, teniendo como referencia que para llegar a ello, se podían realizar varios recorridos; de esta manera se definió el objetivo general de investigación, que fué: **“Identificar las estrategias que se pueden implementar, mediante la utilización de la robótica, para ahuyentar aves como: Gallinas domesticas (*Gallus gallus domesticus*), Tórtola (*Zenaida auriculata*), Chiguaco negro (*Turdus chiguanco*), Gorrión (*Passer domesticus*), en el momento de la siembra de pastos, en la granja de la Institución Educativa Libardo Ramiro Muñoz – Colimba, Municipio de Guachucal”**.

En la etapa **“Recorrido de las trayectorias de indagación”** se recorrieron los segmentos de la investigación, de tal manera que se definieron actividades que fueron arrojando datos. La investigación se realizó en la granja escolar **“El Cortijo”** propiedad de la Institución Educativa Técnico agropecuaria Indígena Libardo Ramiro Muñoz, ubicada en el municipio de Guachucal, con una, altitud de 3550 msnm, precipitación de 1800 mm y temperatura promedio de 9°C. Cuenta con cultivos de pastos, para la producción de leche. Se escogió una área de 8200 metros cuadrado, se dividió en dos parcelas la parcela 1 se le sembró avena forrajera, en el lote 2 se sembró raygrass perenne.

Para el proyecto de investigación se dio un enfoque cuali – cuantitativa, debido a que el objeto de estudio es la identificación de estrategias que permita ahuyentar las aves de la granja escolar; se recolectó información a través de entrevistas con el fin de identificar las aves que afectaban los cultivos de pastos, se hizo una revisión bibliográfica para conocer el comportamiento de las aves, principalmente se buscó investigaciones donde detallan que clase de estímulos externos desataban su huida, posteriormente en un formato se recolectaron los datos, con el propósito de verificar la hipótesis planteada, en esta se consignó el sonido, movimiento utilizados y las respuesta obtenidas; para ello se descargaron en el celular los sonidos de aves depredadoras de las especies identificadas, ultrasonidos, se las ubicó en un parlante, en el terreno al momento de la siembra, que no era observable para las aves, con un rango de frecuencia de 20kHz, ante la presencia de aves se procedió a reproducir el sonido, anotando las observaciones, una vez finalizado el prototipo se realizaron pruebas de campo, teniendo en cuenta el movimiento y el sonido, que se probaron previamente, de acuerdo a la literatura.

Para la recolección de la información se realizaron salidas al campo, se diseñaron los gráficos de los prototipos, se brindó varias asesorías por parte de los estudiantes de electrónica de la Universidad de Nariño, quienes orientaron a los niños en el montaje del prototipo de espantapájaros (AGROESPANT 1.0). Con el prototipo se realizaron las pruebas en campo, para ello se decidió poner el parlante de forma horizontal, para lograr un diámetro de onda que cubra la mayor superficie, se lo cargo con sonidos que generaron estrés a las aves, y una apariencia visual amenazante.

El grupo de investigación revisó trabajos previos en la utilización de artefactos destinados a ahuyentar las aves, el diseño y prototipos robots básicos, también se apoyaron en la facultad de ingeniería electrónica, quienes les brindaron la orientación, facilitándoles el laboratorio de electrónica, LEGO MINDSTORMS Education EV3, capacitándolos en circuitos electrónicos y el uso de cada componente para la elaboración del prototipo, se brindó asesoría sobre las partes mecánicas, como determinar los tamaños de los motores y

la fuerza de cada uno, de igual manera la explicación de programar el arduino y la tarjeta de sonido.

La arquitectura del prototipo AGROESPAN 1.0, se constituye por la unión de los siguientes herramientas e instrumentos: Motor de paso nema 12v 0.4^a, sensor de movimiento pir doble tecnología, ramps mega shield v1.4, panel solar 60w policristalino, controlador panel solar, batería recargable 12v 7 amp para ups, sistema de sonido 60w(sistema de audio), arduino original, sistema de engranajes, soportes de aluminio.



Fuente: los autores.

Al final de la investigación, se abordó la etapa **“Reflexión de la Onda”**, en donde se realizó un barrido de los instrumentos de registro para realizar las respectivas reflexiones de acuerdo a los datos obtenidos. Entre los resultados se tiene:

Una vez obtenida la información se procedió a realizar la correspondiente tabulación, sistematización, análisis de información que llevaron a la construcción del prototipo para realizar las pruebas de campo.

Las aves que mayor daño hicieron a los cultivos en cualquier época y hora del día fueron las gallinas, seguidas de las torcazas, los hábitos de alimentación de estas eran en la mañana y medio día, siendo escasas en horas de la tarde, seguidos fueron los gorriones y por último el chiguaco negro. Teniendo en cuenta estos datos, la investigación se centró en la búsqueda de alternativas para ahuyentarlas.

Una vez seleccionadas las aves de interés, se hicieron pruebas en campo, para ello se lo hizo, utilizando solamente el sonido, y posteriormente con el prototipo, cumpliendo la finalidad de ahuyentar las aves, siendo más efectivo cuando es cargado con los sonidos de búho, lechuga, camión y ladrido de perro, lo anterior se debe porque el prototipo se ajusta a movimientos, sonido y material visual, teniendo en cuenta la revisión bibliográfica previa.



Fuente: los autores

Para la **“Propagación de la Onda”**, se definieron los espacios para dar a conocer los resultados de la investigación, para ello se realizó socialización del proyecto de investigación y de los resultados en la Institución Educativa y en el circuito de ferias organizados por el Programa Ondas, entre los espacios de apropiación social del conocimiento están: Feria Departamental del Programa Ondas Nariño, Feria Regional “Yo Amo la Ciencia” desarrollada en la Ciudad de Popayán y Feria Nacional en la Ciudad de Bogotá.



Fuente: los autores.

5. Reflexiones finales

La ejecución de la línea de Robótica e Informática en los establecimientos educativos del Departamento de Nariño fue de gran impacto, ya que los investigadores identificaron problemáticas de su entorno y tomaron como herramienta las diferentes aplicaciones de la robótica para darles solución, a través de un trabajo colaborativo y significativo, vinculando a diferentes actores en sus comunidades y esto permitió la apropiación social del conocimiento.

Al implementar la ruta metodológica planteada por el Programa Ondas de Minciencias, la Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP), se notó que tanto estudiantes como maestros se motivaron al ejecutar las actividades planeadas tanto en campo como en el laboratorio de robótica de la Universidad de Nariño, ya que los pasos seguidos fueron de fácil comprensión, concisos y concluyentes, que permitió que los investigadores se apropiaran de los conceptos relacionados con temas de la investigación, además esto conllevó al fortalecimiento en los procesos de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales.

Se notó en los estudiantes del grupo de investigación AGROESPAM, de la Institución Educativa Libardo Ramiro Muñoz, del Resguardo Indígena de Colimba, el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas que se pueden verificar al revisar la información obtenida en su informe de investigación y en la participación como ponentes en los diferentes circuitos de ferias: “Yo Amo la Ciencia” organizadas por la coordinación departamental, regional y nacional del Programa Ondas.

La vinculación al proyecto de estudiantes del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Nariño, como asesores de los proyectos de investigación infantiles y juveniles, permitió la comprensión de los estudiantes desde el peso que tiene su contexto, las características propias acordes a sus edades, lo que facilitó la transferencia de conocimiento, el diálogo, la forma de comunicación, y el desarrollo del trabajo en equipo; de allí que esta nueva forma de interactuar e impactar en el aula permitió el desarrollo de nuevas prácticas pedagógicas efectivas, logrando resultados más allá de los esperados y planificados.

Referencias

CAICEDO, A.; ECHEVERRY, S.; CASSETTA, J. . **Propuesta Pedagógica de la línea de Robótica e Informática.** Informe rendición de gestión y rendición de cuentas, como cierre del Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 y plan sectorial de educación. Programa de Ingeniería Electrónica. Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia. 2016.

COLCIENCIAS. Programa Ondas **Lineamientos de la investigación como estrategia pedagógica.** P. 47. Colombia.. 2007

Documento de Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. **Lineamientos para una Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento Ciencia, Tecnología e Innovación de los ciudadanos para los ciudadanos N° 2005.** Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - Minciencias .Viceministerio de Talento y Apropiación Social del Conocimiento. Bogotá D.C., mayo de 2020.

GARCÍA, J. **Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo.** Revista de Educación a distancia. Vol 46. núm. 8. Septiembre de 2015. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. FLACSO. Uruguay 2015.

GIIEE (2016). Grupo de Investigación en Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de Nariño, “Diplomado en Robótica e Informática”.

KOLDO, O. Reflexiones acerca del uso educativo de la robótica y la programación. Comunicación y pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos. 289. p. 30-33. 2016.

MANJARRÉS, M.; MEJÍA, M. La Investigación como estrategia pedagógica del Programa Ondas. Colciencias. Bogotá. Colombia.2007.

OCDE. **Educación e infancia en el siglo XXI: bienestar emocional en la era digital.** p. 67. Ed. Santillana.2020.

OEI. **La primer infancia en la era de la transformación digital. Una mirada iberoamericana.** España, abril- 2022.

PINTO, S. M.; BARRERA, L. M ; PÉREZ, H. W. **Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza.** Bogotá:Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia. 2010. p.15-23.

RUIZ, E. (2007) **Robótica pedagógica virtual para la inteligencia colectiva.** Universidad Nacional Autónoma de México. [Online] Disponible en internet <[http://www.virtualeduca.info/ponencias/189/Ruiz-VelascoS% E1nchezEnrique%20UNAM-M%E9xico.doc](http://www.virtualeduca.info/ponencias/189/Ruiz-VelascoS%20E1nchezEnrique%20UNAM-M%E9xico.doc)> [citado el 14 de abril de 2023]

VIVET, M.;NONNON, P. **Actes du Premier Congrès Francophone de Robotique Pédagogique”** Université Du Maine. Le Mans, Francia.1989.

5

INFÂNCIA COMO POSSIBILIDADE PARA PENSAR A FORMAÇÃO DO PROFESSOR QUE ENSINA CIÊNCIAS EXATAS PARA CRIANÇAS¹¹

João Carlos Pereira de Moraes¹²

Introdução

É legal você aqui com a gente. A gente brinca, né?
(MORAES, no prelo)

A vida é a arte do encontro, embora haja tanto desencontro pela vida.
(Vinícius de Moraes).

Eis que um fato interessante se produziu no início deste texto: o encontro de dois Moraes. Um é Vinícius, que dispensa apresentação, e o outro sou eu. Espero que, ao longo do texto, o que pensa este segundo possa ficar mais evidente para você que lê esse escrito. Ressalto, porém, que a frase dita não é minha, mas de Homem aranha¹³, uma criança que frequenta a Educação Infantil e colaborou comigo em um estudo (MORAES, no prelo).

De certo modo, tanto Homem Aranha quanto Vinícius de Moraes, enfatizam que as produções estão na ordem do *com*. É com o outro que se vive, que se brinca e que se produz conhecimento. Talvez, essa seja a defesa principal desse texto, olhar para um desses *com* muitas vezes esquecidos: a infância.

Uma possível pergunta do leitor seja: vale a pena discutir este assunto na formação de professores que ensinam ciências exatas? Minhas compreensões de ensino e pesquisa dizem que sim. A perspectiva que permite minha afirmação baseia-se na provocação de Fiorentini *et al* (2002), ao diferenciar o professor de matemática do educador matemático. Eis que o mesmo ressalta que o professor de matemática tem a matemática como o fim do seu trabalho, já o educador matemático a tem como o meio para atingir a formação dos sujeitos.

Dito isto, imaginemos que, ao educador matemática, cabe mais do que saber conteúdo das ciências exatas ou uma lista de questões teórico-metodológicas sobre o ensino do componente curricular. Ressalto aqui que não nego a necessidade de tais conhecimentos, mas digo da pertinência e necessidade de outros. Talvez, dito de outro modo, posso dizer que a formação de educadores precisa preocupar-se com uma diversidade de questões. A meu ver, a compreensão de infância é uma delas.

11 Esta produção apresenta resultados de reflexões propostas no *Grupo de Pesquisa InfanSCientia*, coordenado pelo autor deste texto.

12 Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). joaomoraes@utfpr.edu.br

13 Nome fictício escolhido pela criança ao longo da pesquisa.

O educador matemático que trabalha *com* crianças na Educação Infantil e nos anos iniciais necessita olhar para esse grupo como sujeitos e a sua potência infante para pensar as ciências exatas. Nesse sentido, o texto intenta problematizar as potencialidades do conceito de infância como possibilidade para pensar a formação do professor que ensina ciências exatas na Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental.

Assim, para organizar o texto, dedico um debate inicial sobre formação de professores, seguida da discussão sobre elementos da infância e, por fim, as potencialidades dessa infância para o ensino de ciências exatas.

Formação do professor que ensina ciências exatas

As ausências e fugas do ensino de ciências exatas por professores que lecionam para crianças não é uma novidade (CURI, 2005; FREITAS; VILLANI, 2002). O que me faz reviver essa questão está para apontar um caminho que se opõe ao julgamento excessivo e sistemático para as falhas de formação e de interesses docentes (MORAES, 2014), que responsabiliza o professor e abandona a oportunidade de apontar possibilidades de mudanças e a procura de ações significativas que já ocorrem na Educação Básica (MORAES, 2018). Para entendermos melhor esse posicionamento, aponto algumas reflexões sobre formação docente.

Em um breve pousar nas perspectivas de formação docente, compreendemos a inexistência de consenso teórico sobre quem é e quais são as características essenciais do professor que atua na Educação Básica. Fiorentini (1994), ao analisar o assunto, elabora um processo histórico dos últimos sessenta anos dos processos de formação docente. Para o pesquisador, as propostas de pesquisa e intervenção enfatizaram: a eficácia de diferentes métodos para treinar professores em tarefas específicas (década de 1970); o pensamento do professor e a sua influência sobre seu desenvolvimento cognitivo e moral (início da década de 1980); coexistência da visão de ensino como arte e ensino como profissão (segunda metade da década de 1980); e, ainda, análise de crenças, concepções e seus valores docentes (década de 1990).

Na década de 1990, uma percepção diferenciada sobre formação docente se consolida no campo, denominada epistemologia da prática (TARDIF, 2002; SCHÖN, 2000; PERRENOUD, 1999; SCHULMAN, 1987). Nesta abordagem, a reflexão e discussão sobre práticas docentes são elementos fundamentais da formação docente, o que intenta fomentar e problematizar os saberes provenientes destas. Assim, é possível dizer que a teoria como fonte única de conhecimento e o menosprezo pela prática são questionamentos prioritários deste modo de pensar o campo.

Para exemplificar a questão, entre os autores que fundamentam a abordagem, Tardif (2002) ressalta a necessidade de pensar o docente como um profissional composto por saberes. Segundo o pesquisador (2002, p. 54), o saber docente define-se como um “saber plural, formado de diversos saberes provenientes das instituições de formação, da formação profissional, dos currículos e da prática cotidiana”. Isto é, como ressalta Moraes (2018) em sua leitura do autor, o saber docente consiste numa amálgama de diversos outros saberes, que, em sua combinação, formam o sujeito professor e estipulam as suas práticas.

Nesse viés, o saber docente constitui-se para além da dimensão do conhecimento do conteúdo da disciplina, atingindo um patamar de saber reflexivo, plural e complexo, contextual, afetivo e cultural (FIORENTINI, 1994). Por essas características, não se torna

válido considerá-lo conhecimento enrijecido e estagnado, mas lócus de mudança e transformação (MORAES, 2018). Essa mutabilidade é possível por uma diversidade de elementos, provenientes do ato de viver docente – o encontro com o outro, trajetória profissional, transformações pessoais, etc.

Nesse sentido, Perrenoud (1999) percebe o conhecimento do professor como um conhecimento na ação, em que é possível a partir dele mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar as situações profissionais que surgirem. Tais situações, também, como ressalta Villani e Pacca (1997), são as possibilidades do professor elaborar e reelaborar seu conhecimento, transformando-o. Ser docente em formação, então, consistiria entrar neste ciclo de reflexão e produção de conhecimento por meio da prática, capaz de criar alternativas de ação frente ao contexto escolar.

Donald Schön (2000), outro pesquisador preocupado com a prática no processo formativo docente, corrobora tal perspectiva. Suas pesquisas ressaltam que o professor demonstra seu conhecimento na realização da ação, podendo esta ser o foco de intervenções no processo de formação. Para os futuros professores, este saber de ação pode ser compreendido nas vivências do espaço escolar. Para eles, o conhecimento da ação são olhares reflexivos sobre professores que tiveram na Educação Básica, os estágios enfrentados ou, ainda, aulas eventuais. Embora pareçam experiências pequenas, são esses os espaços que teoria e prática encontram-se na formação inicial.

Paralelo à relação com a prática, Shulman (1987) procura compreender como um professor se diferencia de um especialista de uma determinada disciplina. Isto é, como um professor de ciências se distingue de um cientista, por exemplo. Para compor sua teorização, ele ressalta três categorias de conteúdos que compõe o trabalho do professor: 1) o Conhecimento do Conteúdo; 2) o Conhecimento Pedagógico; e, por fim, 3) o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, sendo este o maior lócus da docência e fruto da intersecção com os demais.

Nesse sentido, o debate sobre a formação do professor que leciona para a infância precisa permear o olhar para a sua própria prática, abandonando modelos pré-prontos de atuação ou a imposição de certos modos de ação. Para atingir tal feito no que tange este texto, torna-se necessário que a discussão sobre a prática seja acompanhada e respaldada por paradigmas conscientes de qual Infância falamos e do que acreditamos para o Ensino das Ciências Exatas.

Infância como possibilidade

Quanto ao paradigma de Infância, ao longo da história da humanidade pode-se observar uma diversidade de compreensões (ARIÈS, 1978; ZABALZA, 1998; KRAMER, 2003), o que nos leva a considerar que o conceito de infância é situado no momento histórico e cultural, podendo, assim, ser modificado e/ou problematizado pelos estudiosos da área. Nesse sentido, o conceito supracitado confunde-se com o “sentimento de infância” (ARIÈS, 1978), ou seja, com a consciência da sociedade que a infância possui particularidades que a distingue de outros momentos da vida humana, o que implica formas diferenciadas de tratamento.

Se fizermos um recorte a partir da Idade Média até o século XVII, Ariès (1978) demonstra que a criança era percebida como um adulto em miniatura, já a infância não possuía parâmetros de idade definidos. A partir do momento que a criança torna-se

capaz de realizar uma tarefa, mesmo que precariamente, ela é inserida no mundo das responsabilidades adultas. Associado a isso, encontramos a pouquíssima preocupação com a saúde dos pequenos, uma vez que, embora a mortalidade infantil fosse altíssima, a natalidade também o era. Assim, a sociedade acabava vivendo num processo de compensação.

Nos séculos XVIII e XIX, entra em ação o papel das instituições. Em primeiro momento aquelas de cunho religioso, para atender as crianças colocadas nas “rodas expostas”, geralmente abandonadas por famílias tradicionais (ZABALZA, 1998). No segundo plano, emergem iniciativas isoladas para criação de creches, asilos ou internatos, que eram destinados para crianças provenientes de famílias pobres. Nessa configuração, pode-se dizer que o sentimento de infância pauta-se na assistência social e, mesmo que timidamente, num processo de proteção à criança. Já no final do século XIX e início do XX, o ideário de construção de uma nação moderna corroborou com as primeiras tentativas educacionais para o grupo, considerando-as o futuro da nação (ARIÈS, 1978). A este período é possível associar a criação dos jardins-de-infância, inspirados nas ideias de Froebel (KRAMER, 2003).

Atualmente, a ideia de infância está associada muito com a compreensão de futuro. Nessa perspectiva, cabe aos espaços institucionais elaborar modos de incutir valores e saberes nas práticas educacionais necessários, na concepção da sociedade, para formação de cidadãos participativos e capazes de gerir e melhorar a humanidade.

No entanto, nós partimos de uma concepção diferente da anterior. Para o projeto, a compreensão de infância que ressaltamos é indiciária da relação infância-experiência (AGAMBEN, 2001; KOHAN, 2004), na qual infância não se caracteriza necessariamente como etapa da vida, mas como uma condição da experiência humana. Nesse sentido, somente na condição de infantes é que certas experiências de mundo nos é possibilitada, nos é permitida. Não nos cabe então antecipar saberes das ciências de níveis mais avançados, por exemplo, para crianças pequenas. Perderíamos a oportunidade de explorar e deixar que o sujeito explore as experiências que só são possíveis no momento de Infância.

Deste modo, ressaltamos aqui uma compreensão fundante deste fato: a diferenciação entre o ofício do aluno e o ofício da criança (SIROTA, 2001). Essa possibilidade permite-nos vivenciar um ensino de ciências exatas *com* a criança, não reduzir o sujeito infante a uma condição de dever de “aprendizagem das regras do jogo escolar” (MARCHI, 2010, p. 191).

Como ressalta Silva e Moraes (2021, p. 21-22), esse debate emerge da

[...] dicotomia entre a grande maioria da formação do pedagogo e os momentos dedicados ao debate do ensino da Matemática. Durante maior parte do processo formativo deste professor consideramos o ofício da criança, mas, ao nos atermos na Matemática, acentuadamente enfatizamos o ofício do aluno. Ora, “não seria o papel do educador apoiar-se numa Matemática condizente com o ofício do aluno?”. Não entendam mal, não estamos iniciando um discurso de esvaziamento dos conhecimentos matemáticos. O elemento essencial desse debate está em visualizar para além... Para além do recorte ‘aluno’ realizado na docência em Matemática para a Infância, vive a criança! Perante tal ideia, este se torna outro ponto fundamental do debate: a formação do professor que ensina matemática necessita dialogar com o ofício criança para, assim, inventar possibilidades ao ofício aluno.

Nesse caso é que tentamos produzir um Ensino das Ciências Exatas que atenda essa realidade. Para tanto, temos como ponta de partida que o professor que se aproxima do

Ensino das Ciências Exatas constitui-se como sujeito pensante e reflexivo, o que nos leva ao fato do projeto necessitar fomentar esta ação. Por outro lado, temos uma concepção de infância norteadora, a infância-experiência, que nos torna desejanter de práticas no Ensino das Ciências Exatas, junto com os professores, que permitam uma ampliação do modo como o assunto é abordado com crianças.

Potencialidades da infância no Ensino e Formação de professores que ensinam ciências exatas

A partir do elencado anteriormente, me apoio em alguns aspectos elencados por Sirota (2001) como comuns nas perspectivas sociológicas da infância, tanto inglesa quanto francesa, para problematizar a formação do professor que ensina ciências exatas.

O primeiro deles, base dessa perspectiva, é que a “criança é uma construção social” (SIROTA, 2001). Nesse sentido, a autora ressalta o descrito por James e Prout (1990), que consideram que a infância, como uma construção social,

[...] fornece um quadro interpretativo que permite contextualizar os primeiros anos da vida humana. A infância, vista como fenômeno diferente da imaturidade biológica, não é mais um elemento natural ou universal dos grupos humanos, mas aparece como um componente específico tanto estrutural quanto cultural de um grande número de sociedades (JAMES; PROUT, 1990, s/p).

Deste modo, a criança tal qual conhecemos é uma produção da nossa cultura e do nosso tempo. Isso nos leva a pensar que as relações que a criança produz com o mundo, com a tecnologia, com os pais, com o docente também o são. De certo modo, essa compreensão acarreta ao docente que ensina ciências exatas o entendimento de que o conflito geracional é elemento a ser mediado em suas práticas e problematizado em sua formação.

Por outro lado, compreendo que os objetos de ensino das ciências exatas para a infância também constituem uma construção social. Assim, a partir da especificidade da criança, linguagem das ciências exatas e linguagem da infância precisam convergir para tornar-se ponto de reflexão na prática educativa com crianças. Nesse sentido, reforçamos aqui o discurso tão latente na literatura de não antecipação de conteúdos para a infância, escapando da preparação para etapas superiores (KRAMER, 2003; KISHIMOTO, 2002). Dito isto, ressalto a necessidade da formação de professores que ensinam ciências exatas para a infância problematizar o que se ensina sobre este campo para crianças.

O segundo ponto levantado por Sirota (2001) consiste que, embora não se negue a imaturidade biológica da criança, “ênfatisa[-se] a variabilidade dos modos de construção da infância na dimensão tanto diacrônica quanto sincrônica e reintroduz o objeto infância como um objeto ordinário de análise sociológica, redefinindo as divisões clássicas entre psicologia e sociologia em relação a esse período da vida” (SIROTA, 2001, p. 19).

No campo da Educação Matemática, olhares semelhantes são levantados nos estudos de Moraes e Jahnke (2021) e Moraes (*no prelo*). Em Moraes e Jahnke (2021) discute-se, a partir de estudos que interseccionam infância e Educação Matemática, a tendência de uso da psicologia do desenvolvimento como mecanismo para pensar a Matemática na infância. Já Moraes (*no prelo*), ressalta a necessidade do viés sociológico para problematizar essa aproximação, evidenciando a emergência da incorporação de novos debates para o campo.

Nesse sentido, a formação do professor que ensina ciências exatas para crianças necessita problematizar o ensino das ciências exatas para além do discurso cognitivista ou, com ele, produzir abordagens mais sociológicas. Um dos caminhos, elencado por Moraes (*no prelo*), consiste na inserção de abordagens teórico-metodológicas do ensino das ciências exatas de cunho mais social e/ou cultural nas práticas com crianças, tais como etno(matemática/ciência) e os processos de modelagem e modelização.

Apoiada em Jenks (1997), a terceira consideração de Sirota (2001) que problematizo respalda-se na ideia de que “a infância se situa pois como uma das idades da vida que necessitam de exploração específica, como a juventude ou a velhice, já que é uma forma estrutural que jamais desaparece, não obstante seus membros mudem constantemente e portanto a forma evolua historicamente” (SIROTA, 2001, p. 19). Nesse sentido, ressalto a necessidade da constituição de uma docência em ensino de ciências exatas específica para as crianças.

Deste modo, a constituição da docência para crianças configura-se com uma realidade a ser pensada nos processos de formação docente. A organização do ensino de ciências exatas prescrita para os anos finais do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio não pode ser parâmetro para estruturar o ensino para crianças pequenas. Diferente do que se possa pensar, não estou propagando adaptação das práticas postas para as etapas levantadas para as crianças pequenas, mas a constituição de novas práticas.

Já temos alguns indícios que permitem pensá-las: o brincar, a interação, o uso e exploração de materiais concretos, rodas de conversa, etc. Contudo, ainda, precisamos de outros. Precisamos de formações de professores que ensinam ciências exatas que priorizem essas construções e oportunizem aos docentes criarem suas próprias práticas de atuação com crianças.

A quarta provocação inspirada em Sirota (2001) aponta para a ideia de que “as crianças devem ser consideradas como atores em sentido pleno e não simplesmente como seres em devir” (SIROTA, 2001, p. 19). Neste caminho, afasto a ideia de crianças como aqueles que recebem conteúdos das ciências exatas, mas atores dos processos sociais. Ou seja, o debate que proponho para a formação docente dirige-se numa perspectiva oposta de apropriação do que a escola, a família e o campo científico produzem, apontando para o que o encontro da criança com esses espaços é capaz de promover e formular sobre o ensino de ciências exatas.

Ao contrário de discutir meramente processos de apropriação do saber científico pela criança, considero pertinente compor nossa formação por meio da existência de culturas infantis que constroem seus próprios modos de pensar e elaborar o mundo. Tais processos ocorrem a partir da interpretação e criação nos âmbitos da cultura de pares e do convívio com culturas adultas.

Por outro lado, vale ressaltar que a infância é atravessada por uma diversidade de intersecções – gênero, raça, sexualidade, etnia, etc. Nesse contexto, não é possível falar de uma infância, mas de infâncias. Deste modo, a docência em ciências exatas precisa fomentar as especificidades da infância para qual ela é direcionada, problematizando as práticas, os saberes e a composição de atuação do professor.

Breves considerações finais

O desenho da minha escrita procurou problematizar as potencialidades do conceito de infância como possibilidade para pensar a formação do professor que ensina ciências exatas na Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental. Contudo, mais que isso, ele emerge para estar com Homem Aranha. Um menino de cinco anos que vive sua infância e merece viver, também, um ensino de ciências exatas que se construa com sua cultura infantil.

Alguns pontos já são latentes como possibilidade para tal: infância como construção social, objetos específicos de ensino para a criança, cultura de pares, etc. No entanto, o ensino de ciências exatas parece que ainda não compreendeu essa necessidade, tangenciando o debate ou não assumindo de forma política e educacional esse grupo.

Por fim, espero que, num futuro próximo, esse texto fique velho e ultrapassado. Para mim, este fato representará que as infâncias foram contempladas e pensadas nas práticas de formação de professores que ensinam ciências exatas para crianças e que novas demandas, mais bem elaboradas, são passíveis de serem problematizadas.

Referências

AGAMBEN, G. **Infância e história**. Buenos Aires: Adriana Hidalgo, 2001.

ARIÈS, P. **História Social da Criança e da Família**. Rio de Janeiro: LTC, 1978.

CURI, E. **A Matemática e os Professores dos Anos Iniciais**. São Paulo: Musa Editora, 2005.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2002.

FIORENTINI, D. **Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. 1994. 414f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994

FIORENTINI, D. *et al.* Formação de professores que ensinam Matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 17, n. 36, p. 137-160, dez. 2002.

JAMES, A., PROUT, A. (Orgs.) **Constructing and reconstructing childhood: contemporary issues in the sociological study of childhood**. London: The Falmer Press, 1990.

KOHAN, W. O. A infância da educação: o conceito devir-criança. **Lugares da infância: filosofia**. Rio de Janeiro: DP&A, p. 51-68, 2004.

KRAMER, S. **A Política do Pré-Escolar no Brasil: a arte do disfarce**. 7ª edição. São Paulo: Cortez, 2003.

KISHIMOTO, T. M. Avanços e retrocessos na formação dos profissionais de educação infantil. In: MACHADO, Maria Lúcia de A. (Org.) **Encontros e desencontros em educação infantil**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 107-115.

MARCHI, R. de C. O “ofício de aluno” e o “ofício de criança”: articulações entre a sociologia da educação e a sociologia da infância. **Rev. Portuguesa de Educação**, Lisboa, v. 23, n. 1, p. 183-202, 2010.

MORAES, J. C. P. **Experiências de um corpo em Kandinsky: formas e deformações num passeio com crianças**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

_____. **Insubordinação, Invenção e Educação: a produção de reflexões por meio do espaço na formação inicial docente em pedagogia**. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2018.

_____; JAHNKE, T. S. Educação Matemática na Educação Infantil: o estado de conhecimento no período de 2010-2019. **Revista Educar Mais**, v.5, n. 3, p. 515-529, 2021.

_____. Crianças Pequenas e Educação Matemática: questões conceituais, metodológicas e epistêmicas. **Educação Matemática em Revista**, no prelo.

PERRENOUD, P. Formar professores em contextos sociais em mudança. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, p. 5-19, 1999.

SCHON, D. **Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e aprendizagem**. Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SHULMAN, L. S. **Knowledge and teaching: foundations of the new reform**. Harvard Educational Review, v.57, n.1, p.1-22, 1987.

SILVA, J. A.; MORAES, J. C. P. Narrativas entrelaçadas sobre o lugar da Educação Matemática para a Educação Infantil e anos iniciais do Ensino Fundamental. **Educação Matemática Em Revista - RS**, v. 1, n. 22, p.15-24, 2021.

SIROTA, R. Emergência de uma sociologia da infância: evolução do objeto e do olhar. **Cadernos de Pesquisa [online]**. 2001, n. 112, pp. 7-31.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de ciências. **Revista da faculdade de Educação**, v. 23, n. 1-2, 1997.

ZABALZA, M. A. **Qualidade em Educação Infantil**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

6

UMA AÇÃO PEDAGÓGICA PARA A ETNOMODELAGEM FUNDAMENTADA EM TRÊS ABORDAGENS CULTURAIS/ ANTROPOLÓGICAS

Milton Rosa
Daniel Clark Orey

Introdução

No contexto da Educação Matemática prevalece uma convicção significativa na utilização da Matemática como um conhecimento universal (global) no desenvolvimento curricular, pois ainda existe um preconceito contra a aplicação de *saberes* e *fazer* locais na ação pedagógica em salas de aula.

Assim, a conscientização sobre a importância das experiências matemáticas locais pode incentivar o debate sobre a natureza do conhecimento matemático e de seu papel no currículo escolar com relação às mudanças tecnológicas, econômicas, políticas e ambientais que ocorrem na sociedade. Essa abordagem pode desenvolver um ambiente democrático para a discussão da decolonização do currículo escolar.

De acordo com Battiste (2011), a decolonização da educação está relacionada com o exame dos pressupostos inerentes ao conhecimento ocidental (global), à ciência e à teoria educacional moderna com o objetivo de dissipar o pressuposto de que o conhecimento local é primitivo e folclórico e que está em *oposição binária*¹⁴ ao conhecimento científico em termos da presença dos conhecimentos local e global.

Como um conceito, o conhecimento local pode auxiliar na avaliação das limitações do eurocentrismo, pois está relacionado com os procedimentos metodológicos, as evidências e as conclusões. Por conseguinte, esse conhecimento reconceitua a resiliência e a autossuficiência dos membros de grupos culturais distintos ao ressaltar a importância de suas próprias filosofias, heranças e processos educacionais. Nesse contexto, o conhecimento local promove o preenchimento de lacunas éticas, dos conhecimentos educacionais, das pesquisas e dos julgamentos eurocêntricos (BATTISTE, 2011).

Assim, ao valorizar e respeitar as experiências matemáticas dos membros de grupos culturais distintos, com o objetivo de integrá-las no processo educacional, essa abordagem

14 De acordo com Tyson (2014), uma oposição binária é um par de termos ou conceitos relacionados que têm significados opostos. A oposição binária pode ser considerado como um sistema de linguagem e/ou pensamento por meio do qual dois opostos teóricos são estritamente definidos e colocados como dicotômicos. Nesse sentido, a oposição binária pode ser considerada como o contraste entre dois termos mutuamente exclusivos, como, por exemplo, ligado e desligado, para cima e para baixo, para a esquerda e para a direita e o êmico e ético. Assim, a oposição binária é um conceito importante do estruturalismo que percebe essas distinções como fundamentais para o desenvolvimento da linguagem e do pensamento. Então, no estruturalismo, uma oposição binária é percebida como um organizador fundamental da filosofia, da cultura e da linguagem humana.

possibilita o desenvolvimento de uma ação pedagógica que possibilita a tradução entre os *saberes e fazeres* matemáticos locais (êmicos) e os conhecimentos matemáticos globais (éticos) ao promover uma relação dialógica (glocal) entre essas abordagens (ROSA, OREY, 2017).

Além disso, o objetivo de uma educação decolonizada está relacionado com a valorização, o respeito, o ressurgimento e o empoderamento dos *saberes e fazeres* matemáticos locais, bem como a sua complementaridade com os conhecimentos matemáticos globais, visando propiciar um dinamismo cultural entre conhecimentos complementares.

Consequentemente, esse contexto possibilitou a identificação de 3 (três) abordagens culturais/antropológicas que podem auxiliar na investigação, no estudo e na discussão de questões relacionadas com a deconolização do conhecimento matemático para que os pesquisadores e educadores possam compreender os procedimentos e as práticas matemáticas desenvolvidas em contextos distintos.

1) Abordagem Ética (global, culturalmente universal)

Essa abordagem está relacionada com a visão de *fora da cultura* sobre as crenças, os costumes, os comportamentos e os conhecimentos científicos e matemáticos desenvolvidos pelos membros de grupos culturais distintos, cujos procedimentos e práticas são comparadas entre as culturas. Nesse contexto, a globalização enfatiza as abordagens utilitárias para a Matemática escolar e, consequentemente, reforça o preconceito que prevalece no currículo matemático escolar (ROSA; OREY, 2017).

Em particular, para Skovsmose (2001), a Matemática escolar pode ser criticada por funcionar como uma força homogeneizadora cultural, que pode promover o desenvolvimento de um filtro crítico para a manutenção do *status quo*, bem como se tornar uma área de estudo perpetuadora de ilusões equivocadas de certeza, sendo considerada também como um instrumento de poder que possibilita a globalização de ideologias matemáticas em contextos distintos.

2) Abordagem Êmica (local, culturalmente específica)

Essa abordagem está relacionada com a visão interna dos membros do grupo sobre a própria cultura ao buscarem o entendimento dos procedimentos e técnicas matemáticas desenvolvidas localmente para que possam compreender os fenômenos que ocorrem no cotidiano. Esse posicionamento, de *dentro da cultura*, valoriza e respeita as práticas matemáticas relacionadas com os entendimentos sociais, os costumes e os comportamentos necessários para a resolução de situações-problema enfrentadas diariamente (ROSA; OREY, 2017).

Esse contexto possibilita que esses membros descrevam as suas características culturais em seus próprios termos conforme as experiências vivenciadas em seu entorno sociocultural. Nesse direcionamento, o conhecimento matemático local (êmico) é legitimado pelos membros dessa cultura porque é testado e validado de acordo com as suas próprias cosmologias e visões de mundo através do desenvolvimento de sistemas de conhecimentos que buscam compreender e interpretar os fenômenos desencadeados em seu cotidiano.

3) Abordagem dialógica (glocal, êmica-ética, dinamismo cultural)

Essa abordagem representa uma interação contínua entre a globalização e a localização ao oferecer uma *perspectiva glocalizada*¹⁵ em que ambas as abordagens possuem elementos relevantes relacionados ao mesmo fenômeno, pois busca explicá-lo de uma maneira holística. Nessa interação prevalece uma combinação, uma complementaridade e uma adaptação entre essas duas abordagens para que um de seus componentes envolva os *saberes e fazeres* desenvolvidos localmente na própria cultura através de seus sistemas de valores, ideias, procedimentos e práticas de uma maneira holística (ROSA; OREY, 2017).

Desse modo, em uma *sociedade glocalizada*¹⁶, é importante que os membros de grupos culturais distintos possam agir globalmente em seu ambiente local, bem como atuar localmente numa perspectiva global. Portanto, é necessário que os pesquisadores e educadores conduzam investigações e ações pedagógicas em diferentes contextos para que possam entender e descrever os fenômenos matemáticos por meio do dinamismo cultural.

Assim, ao focar nos *saberes e fazeres* matemáticos locais (êmicos) para, em seguida, entrelaçá-lo com as influências dos conhecimentos matemáticos globais (éticas), é possível desenvolver um currículo matemático que esteja enraizado nas tradições e nos contextos locais, mas que também esteja equipado com um conhecimento global, que busca o desenvolvimento de uma espécie de *globalização localizada* ou de uma *localização globalizada* através da glocalização.

Nesse direcionamento, é importante destacar que os *encontros interculturais*¹⁷ privilegiam uma abordagem ética baseada em comportamentos, conhecimentos e relatos dos observadores externos, que estão *de fora da cultura* estudada enquanto os *encontros intraculturais*¹⁸ se fundamentam em *saberes e fazeres*, comportamentos e relatos internos dos membros do próprio grupo, numa visão *de dentro da cultura* estudada.

15 O conceito de glocalização foi criado por empresários japoneses na década de 1970, que planejavam expandir os seus negócios para diferentes partes do mundo. Inicialmente, esse conceito teve embasamento econômico e comercial, mas também se manifestou nos ambientes social, cultural, político, geográfico, econômico e natural. O termo glocalização foi inspirado na palavra japonesa *dochakuka*, que originalmente significou a adaptação de técnicas globais de cultivo para as condições socioculturais locais. Nos negócios, esse termo foi adotado para se referir a uma localização global (SMITH, WOKUTCH, HARRINGTON; DENNIS, 2001). De acordo com esse contexto, a glocalização significou a criação de produtos ou serviços destinados ao mercado global, porém, personalizados para atender às demandas locais (ROBERTSON, 1995). Por outro lado, a glocalização também considera os sistemas de conhecimento desenvolvidos localmente pelos membros de grupos culturais distintos, pois tem como objetivo o alcance global das ideias, procedimentos e práticas desenvolvidas localmente. Então, os sistemas de conhecimento local e global podem ser percebidos como processos inter-relacionados por meio da glocalização, que procura revitalizar e valorizar a identidade cultural dos membros de culturas distintas (GIDDENS, 2000).

16 De acordo com Rosa e Orey (2016), as sociedades glocalizadas possibilitam o desenvolvimento de processos ativos, interacionais e dialógicos, nos quais é necessária uma negociação contínua entre os *saberes e fazeres* matemáticos, científicos e tecnológicos locais com os conhecimentos matemáticos, científicos e tecnológicos globais por meio do dinamismo cultural. Assim, as complexidades de uma sociedade glocalizada exigem que os seus membros se conscientizem e sejam equipados com um conjunto inovador de conhecimentos, competências e habilidades essenciais que os habilitem na resolução de situações-problema cotidianas com criatividade, visando avaliar essa resolução, capacitando-os a fornecerem sentido para as informações obtidas e acumuladas de/em diversas fontes de mídia para que esses membros possam desenvolver processos de tomada de decisão em busca da paz e da justiça social.

17 Os encontros *interculturais* descrevem as experiências compartilhadas entre pelo menos dois membros que são culturalmente distintos ou que tenham origens culturais diversas, como, por exemplo, regionais, sociais, linguísticas, econômicas, políticas, étnicas ou religiosas (ROSA, 2010).

18 Os encontros *intraculturais* descrevem as experiências compartilhadas entre pelo menos dois membros que são da mesma cultura ou que possuam antecedentes culturalmente semelhantes, como, por exemplo, regionais, sociais, linguísticas, econômicas, políticas, étnicas ou religiosas (ROSA, 2010).

De acordo com os pressupostos da Antropologia Cultural, essa postura é uma questão delicada porque pode dificultar que esses profissionais conscientizem sobre a importância do conhecimento local (êmico) que está relacionado com a perspectiva *de dentro da cultura*, que pode propiciar o desenvolvimento de intuições sobre as nuances e as complexidades culturais.

Nesse contexto, os pesquisadores e educadores buscam compreender como os membros de grupos culturais distintos compartilham os sistemas de conhecimentos matemáticos objetivando entender, compreender e organizar o próprio entorno social, cultural, político, econômico e ambiental por meio da elaboração de etnomodelos que são compatibilizados e difundidos de geração em geração (ROSA; OREY, 2017).

Então, é importante que esses profissionais suspendam o próprio senso de *normalidade* relacionado com a sua visão de mundo para que possam compreender as diversas cosmologias desenvolvidas pelos membros de outras culturas, valorizando-as e respeitando-as em no contexto sociocultural no qual se originam (ROSA, 2010).

Assim, no contexto da Antropologia Cultural, além de estudar as ideias, os procedimentos e as práticas matemáticas, os pesquisadores e educadores podem formular questões amplas sobre o conhecimento matemático, como, por exemplo: a) *Os saberes e fazeres matemáticos são universais ou culturalmente específicos?*, b) *A globalização torna as práticas matemáticas iguais?* e c) *Os membros de grupos culturais distintos mantêm as diferenças culturais no desenvolvimento dessas práticas?* (ROSA; OREY, 2017).

Por conseguinte, uma ameaça para esse processo é delegar para a abordagem êmica está relacionada com o *primitivismo cultural*¹⁹, a *folclorização*²⁰ e o exotismo²¹, sem entendê-la como uma abordagem que a considera como um conjunto de *saberes e fazeres* matemáticos avançados e complexos, apesar de que, historicamente, o desenvolvimento das conceituações matemáticas êmicas pode ser anterior à evolução do conhecimento matemático escolar/acadêmico (ROSA; OREY, 2010).

Nesse contexto, existe a necessidade de incorporar o conhecimento êmico à estrutura ética existente no currículo matemático escolar para desenvolver uma compreensão holística do conhecimento matemático desenvolvido pelos membros de outras culturas. Nesse processo, a elaboração das atividades curriculares emerge de encontros criativos e dinâmicos entre os conhecimentos locais e globais por meio do dinamismo cultural dos encontros entre culturas distintas.

19 Sob o ponto de vista antropológico, o primitivismo cultural está relacionado com a crença na superioridade do estilo de vida dos membros de uma cultura sobre as outras. Esse primitivismo também se relaciona com a depreciação das práticas (matemáticas e científicas) desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos quando os membros de grupos culturais que se julgam superiores afirmam que essas práticas possuem um baixo potencial tecnológico, são rudimentares e involuídas (EGLASH, 1997).

20 A folclorização está associada à colonização, significando que uma cultura egocêntrica impõe as suas normas culturais e coloniza os membros de outros grupos. Assim, a colonização parte do pressuposto da existência de uma superioridade natural dos colonizadores, que se consideram mais racionais, mais esclarecidos, mais desenvolvidos e mais educados do que os colonizados. A folclorização considera o primitivismo e a falsificação das práticas culturais locais que desassocia os membros da própria cultura, que são sistematicamente oprimidos, excluídos e discriminados (VAZQUEZ; COJTI, 2020).

21 O exotismo refere-se a uma tendência dos membros de alguns grupos culturais, especialmente, aqueles considerados dominadores e poderosos, de influenciar o modo sobre como esses membros vivem e se comportam. Esse conceito pode ser expresso como a apresentação da cultura dos membros de um determinado grupo para ser utilizada pelos membros de outros grupos, pois é compreendida como inferior. Desse modo, essas culturas inferiores possuem práticas vulgares e extravagantes estando, geralmente, associadas a um padrão cultural considerado insignificante, cujas normas culturais são impostas pela cultura dominante (TORGOVNICK, 1991).

Então, é importante que os pesquisadores e educadores incorporem e reconheçam as diversas tradições culturais e origens linguísticas que os alunos trazem para as escolas. Consequentemente, é necessário que esses profissionais desenvolvam uma ação pedagógica fundamentada na Antropologia Cultural em relação aos processos de ensino e aprendizagem em Matemática com o objetivo de auxiliar os alunos na resolução das atividades propostas em salas de aula (FRANÇOIS, PINXTEN; MESQUITA, 2013).

Nesse sentido, é importante a proposição de uma ação pedagógica que possa utilizar a Etnomodelagem como ação pedagógica numa abordagem dialógica que promova a complementaridade entre os conhecimentos local (ênico) e global (ético) em direção ao dinamismo cultural em busca de uma sociedade globalizada.

Etnomodelagem

As investigações em Etnomodelagem revelam práticas matemáticas sofisticadas e avançadas que incluem os princípios geométricos no trabalho artesanal, os conceitos arquitetônicos e as práticas relacionadas com as atividades cotidianas das culturas locais e de seus *conhecimentos vernaculares*²². Essas práticas matemáticas estão relacionadas com as diversas relações numéricas encontradas em medição, no cálculo, nos jogos, na adivinhação, na navegação, na astronomia e na modelagem, bem como em uma ampla variedade de procedimentos matemáticos e técnicas encontradas em artefatos culturais (EGLASH, BENNETT, O'DONNELL, JENNINGS; CINTORINO, 2006).

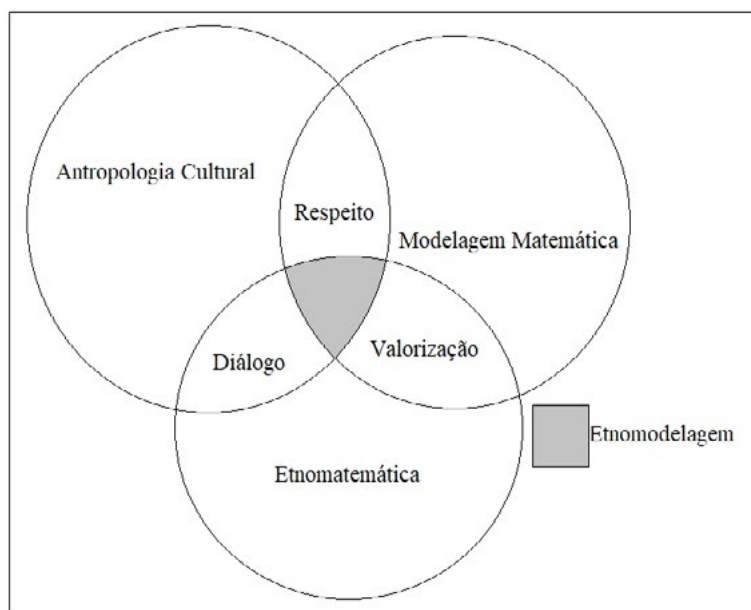
Essas investigações foram desenvolvidas a partir de um paradigma antropológico cultural que considera tanto o pensamento matemático intuitivo quanto os processos matemáticos cognitivos desenvolvidos pelos membros de grupos culturais distintos. Por exemplo, Kay (1971) argumenta que os refinamentos da antropologia expandiram a sua análise inicial para uma variedade de fenômenos socioculturais, incluindo as ferramentas matemáticas simples e complexas.

A Figura 1 mostra como a Etnomodelagem pode ser considerada como a interseção entre a Antropologia Cultural, a Etnomatemática e a *Modelagem Matemática*²³, que é utilizada para auxiliar os membros de grupos culturais distintos na tradução das ideias, procedimentos e práticas matemáticas encontradas em suas próprias comunidades nos diversos sistemas de conhecimento matemático.

22 O conhecimento vernacular é adquirido e acumulado através das práticas experimentais que ocorrem em ambientes formais (éticos) ou informais (ênicos). Esse conhecimento é transmitido verbalmente aos membros de grupos culturais distintos. O objetivo do conhecimento vernacular é propiciar as ferramentas básicas para que esses membros entendam, compreendam e transformem o mundo em que vivem. Este conhecimento é fundamentado na experiência direta, na experimentação, no erro e no desafio à autoridade do conhecimento acadêmico institucionalizado (ROSA; OREY, 2005).

23 Neste capítulo, será utilizada, a partir desse momento, a expressão Modelagem para referenciar a Modelagem Matemática.

Figura 1: Etnomodelagem como a intersecção entre três campos do conhecimento



Fonte: Rosa e Orey (2010)

No processo de Etnomodelagem, a intersecção entre a Modelagem e a Etnomatemática relaciona-se com a valorização do *conhecimento tácito*²⁴ adquirido pelos membros de grupos culturais distintos, que possibilita o acesso à tradução e a avaliação das situações-problema enfrentadas diariamente enquanto elaboram os etnomodelos originados em contextos diversos.

Essa abordagem possibilita definir a Etnomodelagem como o estudo de fenômenos matemáticos que adiciona componentes culturais ao processo de Modelagem por meio da elaboração de etnomodelos que são socioculturalmente enraizados.

Essa perspectiva fundamenta as contribuições da Etnomatemática na reconceituação da Matemática por meio de ações pedagógicas inovadoras que podem ser traduzidas em salas de aula através da Modelagem. Assim, recomenda-se que os educadores iniciem esse processo com a utilização dos contextos socioculturais, das realidades e dos diversos interesses e necessidades dos alunos para que essa ação pedagógica não seja uma mera aplicação de um conjunto rígido de conceitos matemáticos ou de atividades curriculares descontextualizadas.

Essa ação pedagógica possibilita o desenvolvimento de um diálogo respeitoso entre a Modelagem e a Antropologia Cultural que visa alcançar uma transitividade crítica, que é uma relação horizontal e não vertical ou hierárquica entre os *saberes* e *fazeres* matemáticos desenvolvidos localmente.

Por exemplo, Eglash et al. (2006) afirmam que a Antropologia Cultural sempre dependeu de atos de tradução entre os *saberes* e *fazeres* matemáticos êmicos e os conhecimentos matemáticos éticos, que se destinam a auxiliar os membros de grupos

²⁴ Para Rosa e Orey (2012), o conhecimento tácito está embebido na experiência pessoal, sendo subjetivo, contextualizado e análogo, pois é adquirido e acumulado através da vivência individual ao envolver fatores intangíveis como as crenças, perspectivas, percepções, sistemas de valores, ideias, emoções, normas, pressentimentos e intuições.

culturais distintos na compreensão das práticas matemáticas adquiridas em diversos contextos.

Quando se observa como os membros de grupos culturais distintos utilizam os seus conhecimentos matemáticos e tradições para traduzir e resolver os problemas enfrentados em seus próprios contextos, o conhecimento local (êmico) se relaciona com a Etnomatemática e Antropologia Cultural, pois os *saberes* e *fazer*es matemáticos se originam êmicamente por meio do diálogo entre esses dois campos do conhecimento (ROSA; OREY, 2010).

Desse modo, a Antropologia Cultural se originou do interesse pelas culturas locais e globais por meio das quais pode haver uma natureza específica ou universalizada, bem como estar relacionada com uma teia de conexões entre os membros de grupos culturais distintos em lugares e circunstâncias específicas (CUNHA, 2014). Assim, para Harris (2011), a Antropologia Cultural também estuda o domínio da vida social através das facetas materiais, simbólicas, históricas e experienciais da vida, que são desencadeadas em contextos distintos.

Assim, a Antropologia Cultural estuda os aspectos culturais, as crenças, a organização cognitiva, as práticas sociais e os elementos ambientais que estão de acordo com a realidade desses membros (HANDWERKER, 2002). Desse modo, D'Ambrosio (2001) afirma que é importante ressaltar que a realidade é considerada como o acúmulo de fatos, de fenômenos e de conhecimentos matemáticos que são compartilhados e difundidos de geração em geração.

Essa realidade também é formada pelos comportamentos que são compatibilizados pelos membros de grupos culturais distintos, cuja realidade é constituída pelas experiências vivenciadas e acumuladas no cotidiano (D'AMBROSIO, 2001), que podem ser representadas por meio da elaboração de etnomodelos que possibilitam a tradução entre os conhecimentos *saberes* e *fazer*es matemáticos (locais) e os conhecimentos matemáticos éticos (globais) (ROSA; OREY, 2017).

Nesse direcionamento, Eglash et al. (2006) afirmam que a tradução entre sistemas de conhecimentos matemáticos distintos é utilizada para descrever o processo de Etnomodelagem de sistemas locais (êmicos) que podem ter representações em outros sistemas de conhecimento, como, por exemplo, o sistema escolar/acadêmico (ético).

Nesse sentido, a perspectiva da Etnomatemática utiliza os procedimentos da Modelagem para estabelecer relações entre as estruturas conceituais locais e as ideias matemáticas embutidas em projetos globais por meio de traduções entre essas duas abordagens (EGLASH et al., 2006).

Por outro lado, é importante destacar que a base epistemológica da Etnomodelagem não se restringe aos métodos de traduções diretas e/ou literais entre sistemas de conhecimentos matemáticos distintos. Para Eglash et al. (2006), os estudos históricos enfatizam que os procedimentos e as técnicas matemáticas desenvolvidas localmente podem ser traduzidas para tradições globais ou vice-versa como as práticas encontradas em contextos chinês, hindu e islâmico.

Conforme esse contexto, Eglash et al. (2006) comentam que o triângulo chinês *Chu Shih-Chieh* pode ser traduzido conforme o triângulo de Pascal por uma rotação de noventa graus através da elaboração de etnomodelos dialógicos.

Construtos Êmicos (Locais) e Éticos (Globais) da Etnomodelagem

A ênfase da Etnomodelagem privilegia a organização e a apresentação de ideias, procedimentos e práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de grupos culturais distintos com o objetivo de possibilitar a sua comunicação e difusão entre as gerações. A elaboração de representações que descrevem esses sistemas auxiliam os membros desses grupos a compreenderem o mundo por meio de etnomodelos que vinculam a sua herança cultural ao desenvolvimento dos *saberes e fazeres* matemáticos locais.

Durante a condução de investigações em Etnomodelagem, os construtos êmicos representam os relatos, as descrições e as análises expressas em termos de esquemas conceituais e categorias que são consideradas significativas e apropriadas pelos membros do grupo cultural em estudo. Esses construtos estão de com as percepções e os entendimentos considerados apropriados pelos membros *de dentro dessa cultura* (LETT, 1996).

Assim, esses construtos correspondem às percepções compartilhadas que retratam as características da própria cultura, sendo essenciais para o desenvolvimento de uma compreensão intuitiva e empática das técnicas e das estratégias matemáticas enraizadas em uma determinada cultura, que são essenciais para a realização de um trabalho de campo etnográfico eficiente.

Por outro lado, os construtos éticos são relatos, descrições e análises das ideias, procedimentos e práticas matemáticas expressas em termos de esquemas conceituais e de categorias que são consideradas significativas e apropriadas pela comunidade de observadores externos e investigadores científicos que possibilitam comparações entre culturas distintas (LETT, 1996).

Essas comparações exigem a utilização de unidades, métricas e categorias padronizadas para que os construtos éticos sejam precisos, lógicos, abrangentes, replicáveis e independentes dos observadores externos. Esses construtos são essenciais para a tradução, compreensão e comunicação intercultural, que são componentes importantes da *etnologia*²⁵.

De acordo com esse contexto, os construtos éticos podem ser considerados como os procedimentos e as práticas matemáticas e/ou teóricas que podem ser utilizadas pelos membros de grupos culturais distintos, enquanto os construtos êmicos podem ser considerados como as técnicas e as estratégias que são desenvolvidas localmente pelos membros dessas culturas.

Etnomodelos

Tradicionalmente, a Modelagem não considera as influências dos aspectos culturais na elaboração de sua ação pedagógica e na condução de suas investigações. Contudo, é importante ressaltar que o componente cultural nesse processo é relevante para enfatizar o desenvolvimento da identidade cultural que está relacionada com as ideias, os

25 A etnologia estuda os fatos e os documentos levantados pela etnografia no âmbito da Antropologia Cultural e social, buscando uma apreciação analítica e comparativa entre culturas distintas (HOUAISS, 2002).

procedimentos e as práticas matemáticas que, numa visão *etnocêntrica*²⁶, são consideradas incompatíveis com a racionalidade tradicional da Modelagem.

No entanto, na busca da compreensão da natureza do conhecimento matemático, há uma variação conceitual e filosófica com relação ao entendimento sobre os componentes culturais que podem ser destacados no desenvolvimento da Modelagem. Essa abordagem destaca que as práticas matemáticas são socialmente aprendidas, apreendidas e difundidas pelos membros de grupos culturais distintos, enquanto as práticas matemáticas escolares/acadêmicas são compostas por sistemas simbólicos abstratos que possuem uma lógica interna estruturada localmente.

Nesse direcionamento, Rosa e Orey (2010) destacam que a Etnomodelagem tem como foco os aspectos culturais de *saberes* e *fazer*es matemáticos que são desenvolvidos em contextos diversos contextos que, numa percepção etnocentrista podem ser consideradas como primitivistas ou exóticas. Essa abordagem está relacionada com um processo de tradução entre sistemas matemáticos diversos que busca o entendimento da diversidade desses *saberes* e *fazer*es que são difundidos de geração em geração.

Por conseguinte, D'Ambrosio (1990) comenta que o compartilhamento de conhecimentos e a compatibilização de comportamentos são elementos centrais para elucidar o papel da cultura no desenvolvimento de *saberes* e *fazer*es matemáticos locais. Então, a cultura desempenha um papel construtivo e de longo alcance com relação aos procedimentos e técnicas matemáticas que não podem ser simplesmente induzidas pela observação dessas práticas.

Etnomodelos do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra - MST

Na luta pela reforma agrária no Brasil, o acesso a um lote de terra para a moradia e para a produção (plantio) possibilita que as práticas culturais de medição da terra sejam uma atividade central para os integrantes do *Movimento dos Trabalhadores Sem Terra - MST*, no Sul do Brasil, principalmente, pela importância atribuída às práticas de sustentabilidade e ao planejamento da produção agrícola.

No estudo conduzido por Knijnik (1993) houve a proposição da elaboração de atividades curriculares matemáticas relacionadas com a demarcação de terras com os participantes desse movimento. Essas atividades estavam vinculadas com o método da *cubação da terra*, que é uma prática matemática tradicional aplicada pelos integrantes desse movimento para medir e determinar a área do terreno em seus assentamentos.

Para Rosa e Orey (2019), as necessidades cotidianas dos integrantes do MST possibilitaram que os integrantes desse movimento desenvolvessem e captassem os procedimentos relacionados com essas técnicas ao desenvolverem e aplicarem os conhecimentos matemáticos relativos aos métodos de *cubação de terra*, que é um procedimento utilizado para resolver os problemas relacionados com a medição de terrenos com formatos regulares ou irregulares por meio da aplicação de métodos distintos e diversos para a determinação de suas áreas.

26 O etnocentrismo é um conceito antropológico definido como a compreensão demonstrada por membros que consideram o seu grupo cultural como superior às outras culturas, portanto, estando num plano mais importante ou avançado que as outras comunidades ou sociedades. Nesse contexto, frequentemente, a Modelagem desconsidera os procedimentos e as práticas matemáticas desenvolvidas localmente pelos membros de grupos culturais distintos (ROSA, 2010).

De acordo com Knijnik (1996), esse método atendeu às necessidades específicas dos integrantes desse movimento que o aplicaram para determinar as áreas fundiárias relacionadas com a delimitação dos setores de plantio e, também, para demarcar o lote de cada família no assentamento. Nesse caso, esses integrantes estabeleceram metas de produção relacionadas com as próprias possibilidades logísticas, como, por exemplo, o armazenamento, a secagem, o ensacamento, o transporte e a comercialização dos produtos nos mercados locais.

A terra trabalhada pelos integrantes do MST é preparada conforme o tipo de terreno e a quantidade de produtos que os membros desse grupo cultural colhem e comercializam. É importante afirmar que o conhecimento êmico relacionado ao desenvolvimento desses métodos foi transmitido oralmente e difundido para os seus familiares por seus ancestrais de geração em geração (ROSA; OREY, 2019).

Assim, o conhecimento matemático envolvido nesses métodos locais também está relacionado com as atividades produtivas que os membros desse grupo cultural realizam em suas rotinas diárias. Por exemplo, a necessidade da cubação de terrenos com formatos regulares ou irregulares estava de acordo com a sua acessibilidade em função da topologia e da qualidade dos produtos agrícolas produzidos (KNIJNIK, 1996).

Nesse sentido, Rosa e Orey (2019) afirmam que o método da cubação é utilizado para calcular a área total de uma região, após a sua ocupação, com o objetivo de determinar o valor a ser pago ou recebido pelas obras de limpeza da terra ou pelo preparo do terreno para o plantio conforme a demarcação de áreas a serem cultivadas, bem como o planejamento e a delimitação de áreas para a construção de casas e abrigos para os animais.

Destaca-se que esse método também é utilizado para efetuar os pagamentos para os trabalhos realizados por integrantes de assentamentos no estado da Bahia conforme o enquadramento ou o formato dos terrenos. Por exemplo, existem trabalhos relacionados com a limpeza de terrenos com dois cantos, três cantos, ou quatro cantos de acordo com o formato da área cultivada (SILVA, 2012).

Para D'Ambrosio (1990), a validação, a valorização, o respeito e a conscientização desses procedimentos, métodos ou técnicas nas comunidades agrícolas e nos assentamentos resultam do desenvolvimento de acordos locais de significação e significados que foram desenvolvidos por meio de um longo processo cumulativo de conhecimento relacionado com a geração, a organização intelectual social e a sua difusão em diversos contextos.

Cubação da Terra com Formatos Quadriláteros: Cálculo da Área do Terreno com Quatro Cantos

As práticas matemáticas investigadas no estudo conduzido por Knijnik (1993) consistem em dois métodos que foram denominados pelo nome dos alunos que as descreveram: a) *Método do Adão* e b) *Método do Jorge*. Esses alunos, que eram membros do MST, explicaram e ensinaram para os seus colegas em sala de aula, esses métodos específicos de medir os terrenos nos assentamentos.

Contudo, na investigação desses dois métodos, é necessário que se discutam as inter-relações entre os *saberes* e *fazer*s matemáticos locais (êmicos, de dentro da cultura) e os conhecimentos matemáticos escolares/acadêmicos (éticos, de fora da cultura) relativos à estimativa do limite superior da área do terreno com formatos quadriláteros irregulares.

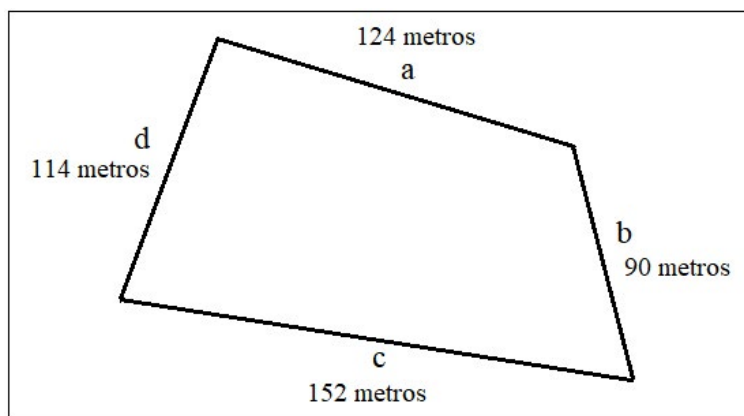
a) Transformando um Quadrilátero Irregular em um Retângulo

A primeira técnica é denominada de Método do Adão, que transforma o formato de um quadrilátero irregular em um retângulo. Nesse contexto, Adão explicou o desenvolvimento de seu método, que pode ser determinado pela elaboração de um etnomodelo êmico.

Bem pessoal, esta então é a formula mais comum que aparece lá no interior, lá no alto da roça, né. E vamos supor que *eu* sou o dono da lavoura. E este *quadro* aqui ó, pro indivíduo *carpir*. Eu disse pra ele que eu pagava três mil a *quarta*. Ele carpiu a área, ele mesmo *passou a corda* e achou essa área, aqui. Então, ele mediu esta *parede* aqui, 90 metros, a outra, 152 metros, 114 metros, 124 metros. Vocês notaram que nenhuma parede, nenhuma base, nenhuma altura tem a mesma medida, né? Tá. Então, eu fiz o seguinte aí, né: eu somei as bases e dividi por 2. Achei 138. Endo a base é 138 aqui e 138 ali, entendido? Então, eu tenho aqui as duas alturas, 114 mais 90. Achei 204; dividido por 2, 102, né? Então, agora é só multiplicar a base vezes altura. Tá, acho esse aqui, né? 14076 metros quadrados tem essa área que ele carpiu.

Conforme essa descrição, a figura 2 mostra uma representação do terreno utilizado por Adão.

Figura 2: Representação do terreno utilizado por Adão



Fonte: Adaptação de Rosa e Orey (2019)

É importante ressaltar que, durante sua narrativa e descrição desse procedimento matemático, Adão utilizou expressões locais, como, por exemplo:

- a) *Paredes*: divisas da terra ou do terreno. As duas divisas da terra que ficam *mais deitadas* são as *bases* enquanto as duas divisas que ficam *mais em pé* são as *alturas*.
- b) *Quadro*: superfície (área) de um terreno com o formato de um quadrilátero regular ou irregular.
- c) *Carpir*: preparar a terra para o plantio.
- d) *Quarta*: medida de área utilizada no contexto rural brasileiro que é equivalente a quarta parte de um alqueire paulista, cuja medida é de 24.200 metros quadrados.
- e) *Passar a corda*: significa medir a terra utilizando uma corda.

Essas expressões locais são os *jargões*²⁷ (vocabulários) populares utilizados pelos membros desse grupo cultural para que possam descrever os procedimentos relacionados com o desenvolvimento de suas práticas matemáticas locais. O quadro 1 mostra o método utilizado por Adão para estimar a área de um terreno quadrilátero com formato irregular.

Quadro 1: Método utilizado por Adão para estimar a área de um terreno quadrilátero com formato irregular

Explicação de Adão (<i>Saber/Fazer Êmico</i>)	Explicação Escolar (<i>Conhecimento Ético</i>)
Este é um terreno com quatro paredes.	Este é um quadrilátero convexo.
Primeiro, eu somo as duas das paredes opostas e as divido por dois.	Primeiro, determinar a média da soma dos dois lados opostos do quadrilátero.
Segundo, eu somo os dois lados opostos e também os divido por dois.	Segundo, determinar a média dos outros dois lados opostos do quadrilátero.
Terceiro, eu multiplico o primeiro número obtido pelo segundo.	Terceiro, determinar o produto dos dois valores médios previamente determinados.
Essa é a cubação da terra.	Essa é a área do quadrilátero convexo.

Fonte: Adaptado de Knijnik (1993, p. 24)

Esse *saber/fazer* matemático êmico pode ser representado por um etnomodelo dialógico que transforma o formato desse terreno em um retângulo de 138m x 102m com uma área de 14076m² por meio da elaboração de um etnomodelo ético que utiliza procedimentos matemáticos escolares. A figura 3 mostra a elaboração do etnomodelo dialógico do método do Adão.

Figura 3: Etnomodelo dialógico do método do Adão

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \left(\frac{a+c}{2}\right) \times \left(\frac{b+d}{2}\right) \\ \text{Área} &= \left(\frac{124+152}{2}\right) \times \left(\frac{90+114}{2}\right) \\ \text{Área} &= \left(\frac{276}{2}\right) \times \left(\frac{204}{2}\right) \\ \text{Área} &= 138 \times 102 \\ \text{Área} &= 14076 \text{ metros quadrados} \end{aligned}$$

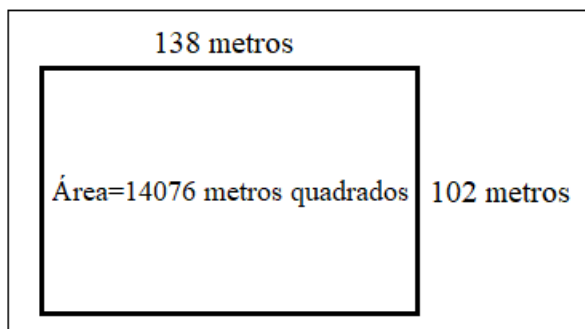
Fonte: Rosa e Orey (2019)

A representação dessa prática matemática local (êmica) pode ser explicada pela elaboração de um etnomodelo dialógico que transforma o formato do quadrilátero irregular em um retângulo, cuja área pode ser determinada com a elaboração de um etnomodelo ético.

²⁷ O jargão é considerado como uma linguagem específica utilizada entre os membros de um determinado grupo cultural, que é empregada para descrever a linguagem local, sendo composta por palavras, expressões e/ou vocabulários especiais que pertencem a uma atividade específica ou ao conhecimento matemático desenvolvido pelos membros de grupos culturais distintos (ROSA, 2010).

Essa representação ética utiliza os procedimentos matemáticos escolares por meio da aplicação da fórmula da área: $A=bxh$, para determinar as dimensões do retângulo com o objetivo de calcular a média dos lados opostos desse quadrilátero para, em seguida, determinar a área desse retângulo. A figura 4 mostra as dimensões do retângulo determinadas pelo método do Adão.

Figura 4: Dimensões do retângulo determinadas pelo método do Adão



Fonte: Rosa e Orey (2019)

É importante destacar que há evidências históricas de que o método da cubação, que transforma um quadrilátero em um retângulo, era utilizado para fins de tributação fundiária nos períodos ptolomaico (305 a.C. - 30 a.C.) e romano (27 a.C. - 476 d.C.), bem como no antigo Egito (3100 a.C. - 30 a.C.) (PEET, 1970). O método da cubação também é utilizado no Chile e no Nepal (ROSA; OREY, 2019) e nos estados brasileiros da Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo e Sergipe (SILVA, 2012).

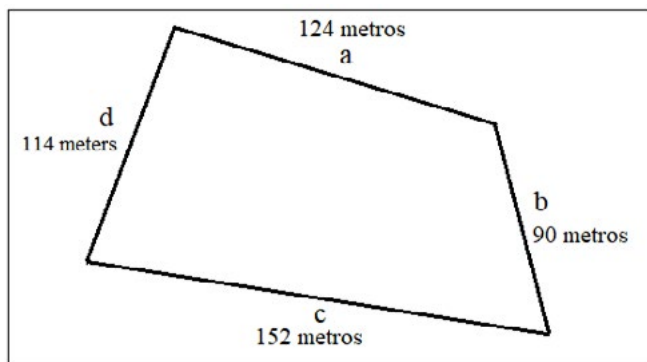
Para Almeida (2010), a cubação da terra é um *saber/fazer* da tradição que é praticado pelos membros de grupos culturais distintos para medir a área de um determinado terreno. Assim, essa prática matemática é um conhecimento geométrico diferenciado da Geometria Euclidiana, haja vista que utiliza um método local (ênico) diferente de cálculo de área escolar/acadêmico (ético) empregado nas instituições de ensino para a determinação do cálculo de áreas.

b) Transformando um Quadrilátero Irregular em um Quadrado

A segunda técnica é denominada de Método do Jorge, que está relacionada com o procedimento utilizado para *esquadrear a terra*, que significa *colocar o terreno no esquadro* ou transformar com o formato quadrilátero irregular inicial em um quadrado com o mesmo perímetro.

Nesse contexto, Jorge explicou que como a figura "é de quatro lados e que os lados são diferentes, eu somo os quatro lados [então, com o auxílio da calculadora, eles somam 90, 124, 114, 152 e informam o resultado]. Dá 480. Agora, tu divide por 4. Dá 120. Multiplica 120 por 120. Deu 14400". A figura 5 mostra uma representação do terreno utilizado por Jorge.

Figura 5 mostra uma representação do terreno utilizado por Jorge.



Fonte: Rosa e Orey (2019)

O Quadro 2 mostra o método utilizado por Jorge para estimar a área de um terreno quadrilátero com um formato irregular.

Quadro 2: Método utilizado por Jorge para estimar a área de um terreno quadrilátero com um formato irregular

Explicação de Adão (<i>Saber/Fazer Êmico</i>)	Explicação Escolar (<i>Conhecimento Ético</i>)
Esse é um terreno com quatro paredes.	Esse é um quadrilátero convexo.
Primeiro, eu somo todas as paredes.	Primeiro, determinar o perímetro do quadrilátero convexo.
Segundo, eu divido a soma por quatro.	Segundo, dividir o perímetro por quatro.
Terceiro, eu multiplico o número obtido por ele mesmo.	Terceiro, determinar a área do quadrado ao elevar um de seus lados ao quadrado.
Essa é a cubação desse terreno.	Esta é a área do quadrilátero convexo.

Fonte: Adaptado de Knijnik (1993, p. 24)

É importante ressaltar que os conhecimentos matemáticos locais (êmicos) de Jorge podem ser representados por um etnomodelo dialógico que transforma o formato do terreno quadrangular irregular em um quadrado que mede 120 metros de lado. A figura 6 mostra o etnomodelo dialógico de Jorge.

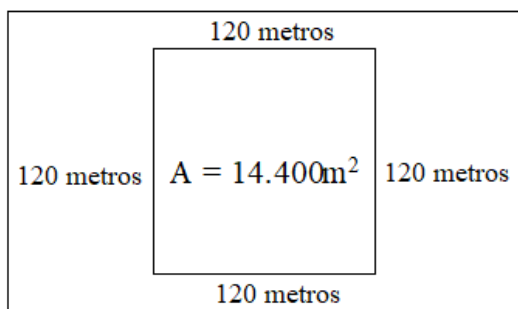
Figura 6: Etnomodelo dialógico de Jorge

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \left(\frac{a + b + c + d}{4} \right) \\ \text{Área} &= \left(\frac{124 + 90 + 152 + 114}{4} \right) \\ \text{Área} &= \left(\frac{480}{4} \right) \\ \text{Área} &= 120 \text{ metros quadrados} \end{aligned}$$

Fonte: Rosa e Orey (2019)

A representação dessa prática matemática pode ser explicada por um etnomodelo dialógico (glocal) que transforma o quadrilátero irregular em um quadrado, cuja área pode ser determinada pela aplicação de sua fórmula escolar. Nesse direcionamento, o etnomodelo ético (global) auxilia na determinação das dimensões do quadrado por meio da divisão de seu perímetro por quatro, visando calcular a sua área ao aplicar a fórmula: $A = axa = a^2$. A figura 7 mostra as dimensões do quadrado determinadas pelo método do Jorge.

Figura 7: Dimensão do quadrado determinado pelo método do Jorge



Fonte: Rosa e Orey (2019)

Em concordância com esse contexto, os métodos utilizados por Adão e Jorge são práticas matemáticas que os trabalhadores do campo do sul do Brasil empregam para transformar figuras irregulares em regulares. Por exemplo, no Método de Adão, há uma transformação do formato quadrilátero irregular do terreno para um retângulo enquanto no Método de Jorge essa transformação se desenvolve para um formato quadrangular (KNIJNIK, 1996).

Contudo, é importante comentar que o método aplicado por Jorge mostra que há um aumento de área em relação ao método utilizado por Adão porque dentre todos os quadriláteros com o mesmo perímetro, o quadrado é o que possui a maior área. Porém, quando se trata de determinar a área de qualquer quadrilátero, os resultados do *esquadrejamento* da terra são superiores àqueles que efetivamente correspondem à superfície original.

Assim, na aplicação dessas técnicas, para Knijnik (1996), os membros do MST desconsideram qualquer tipo de angulação interna entre dois lados consecutivos do terreno, utilizando ângulos retos durante o processo de conversão (tradução). Esses dois métodos são procedimentos que os integrantes desse grupo empregam para representar os seus terrenos em quadrados e retângulos, que são figuras geométricas conhecidas e utilizadas em contextos distintos.

Por conseguinte, Knijnik (1996) argumenta que a escolha do quadrilátero pelos membros do MST se deve ao fato de que esse formato geométrico se assemelha às configurações das áreas agrícolas que são praticadas no sul do Brasil.

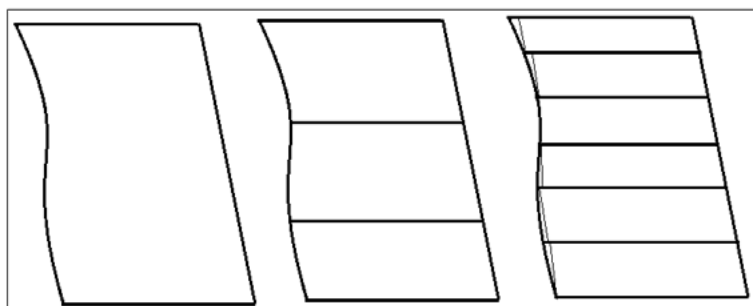
Cubação de Terras com Formato Curvilíneo

O procedimento utilizado para determinar a área de terrenos com formato curvilíneo está relacionado com o fracionamento de sua área total em subáreas, quantas forem necessárias, para aproximá-la com a seção curvilínea de uma reta para, então, totalizá-la.

Esse método depende exclusivamente do formato do terreno curvilíneo (ROSA; OREY, 2019).

Na figura 8, o terreno curvilíneo foi dividido em várias subáreas que formam quadriláteros individuais, cujos lados curvilíneos se aproximam de um formato retilíneo.

Figura 8: Fracionamento de um terreno curvilíneo



Fonte: Rosa e Orey (2019)

Similarmente, os resultados do estudo conduzido por Araujo e Giongo (2016, p. 16-17) mostram que ao:

[] analisarem o método de cubagem de terra, os alunos salientaram as transformações de trechos curvilíneos em retilíneos efetivadas pelos cubadores e a realização de aproximações de medidas de comprimento sem uma preocupação maior com a precisão dos valores referentes às áreas, que eram determinados de uma maneira natural.

Após esse procedimento, os métodos de Adão ou Jorge podem ser utilizados para calcular cada subárea do terreno. Da mesma maneira, quando o terreno é muito acidentado ou montanhoso, a sua superfície é subdividida com a finalidade de possibilitar a sua medição e o cálculo de sua área.

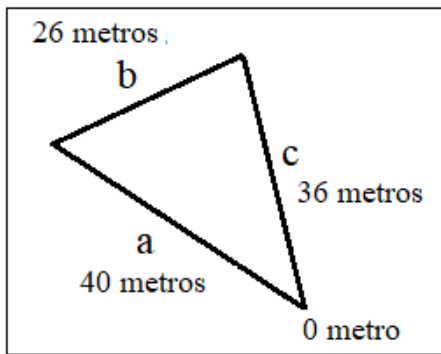
Cubação de Terrenos com Outros Formatos

É importante ressaltar que os terrenos nem sempre são quadriláteros, pois também podem ser triangulares ou arredondados.

a) Cubação de Terra com Formato Triangular: Cálculo da Área do Terreno com Três Cantos

Existe a necessidade de mostrar como determinar a área de terrenos que possuem um formato triangular. Primeiro, os membros de grupos culturais distintos utilizam uma das bases do triângulo para, em seguida, colocarem um zero em seu vértice oposto. Em seguida, para calcular a área desse triângulo, esses membros aplicam as regras que constituem os métodos de Adão ou Jorge (SILVA, 2012). A figura 9 mostra um terreno com um formato triangular.

Figura 9: Terreno com formato triangular



Fonte: Rosa e Orey (2019)

A figura 9 mostra a utilização de um modelo dialógico para determinar a área de um terreno com formato triangular por meio da aplicação de um procedimento de matematização local.

Figura 9: Determinação da área de um terreno com formato triangular

$$\begin{aligned}\text{Área} &= \left(\frac{a+c}{2}\right) \times \left(\frac{b+0}{2}\right) \\ \text{Área} &= \left(\frac{a+c}{2}\right) \times \left(\frac{b}{2}\right) \\ \text{Área} &= \left(\frac{40+36}{2}\right) \times \left(\frac{26}{2}\right) \\ \text{Área} &= \left(\frac{76}{2}\right) \times 13 \\ \text{Área} &= 38 \times 13 \\ \text{Área} &= 494 \text{ metros quadrados}\end{aligned}$$

Fonte: Rosa e Orey (2019)

Esse etnomodelo dialógico mostra que ao colocar um zero em um dos vértices do triângulo, os membros desses grupos consideram o vértice oposto a um dos lados como um segmento de reta com tamanho zero. Então, esses membros identificam um polígono de três lados como um quadrilátero ao considerarem que essa figura geométrica tem um de seus lados que é nulo.

Em concordância com esse contexto, Knijnik (1996) afirma que esse método pode ser considerado como um caso particular de um retângulo em que um de seus lados medindo zero.

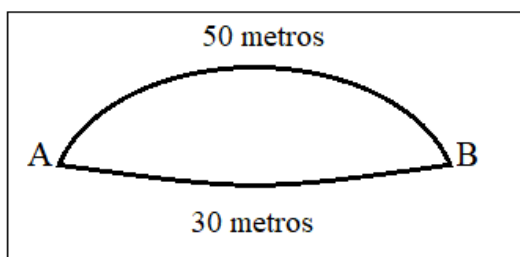
b) Cubação de Terrenos com Formatos Arredondados: Cálculo de Terreno com Dois Cantos

Os resultados do estudo realizado por Silva (2012) mostram que a cubação também é utilizada para determinar a área de terrenos com formatos arredondados. Por exemplo, um dos participantes dessa investigação, que é um trabalhador de uma plantação de abacaxi de um assentamento rural do interior da Bahia, no Brasil, explicou como calcular a área de um terreno arredondado:

Eu calculei a área desta forma porque ela não tem dois lados. Veja, existem apenas duas cabeceiras aqui [lados]. Então, eu tive que somar a soma desses dois lados e dividir por quatro. Eu adiciono tudo e divido por quatro e, em seguida, multiplico os dois lados.

De acordo com esse participante, o terreno “costuma ser arredondado, tá entendendo? Se eu tô fazendo isso é porque [o terreno] costuma ter. O trabalho muitas vezes vai lá por cima, morre lá, morre cá e aqui não tem canto. Nem um canto nem outro. Tá redondo. O trabalho é redondo” (SILVA, 2012, p. 151). A figura 10 mostra uma representação desse terreno arredondado.

Figura 10: Terreno com um formato arredondado



Fonte: Rosa e Orey (2019)

A área desse terreno arredondado é obtida através da aplicação de um etnomodelo dialógico, cujos saberes e fazeres locais dialogam com os conhecimentos matemáticos escolares/acadêmicos por meio da utilização de procedimentos, expressões e fórmulas próprias.

É necessário destacar que, mesmo para terrenos com formatos arredondados, os membros de grupos culturais distintos utilizam o termo enquadrar ou esquadrear o terreno, que é um jargão relacionado com as terras com formatos quadriláteros. Nesse caso, esses membros também transformam o terreno arredondado em um quadrado, enquadrando-o para facilitar o cálculo de sua área.

A figura 11 mostra o etnomodelo dialógico elaborado para o desenvolvimento do processo de matematização para a determinação da área do terreno arredondado.

Figura 11: Etnomodelo dialógico para determinar a área do terreno arredondado

$$\begin{aligned} \text{Área} &= \frac{A + B}{4} \\ \text{Área} &= \frac{50 + 30}{4} \\ \text{Área} &= \frac{80}{4} \\ \text{Área} &= 20 \text{ metros quadrados} \end{aligned}$$

Fonte: Rosa e Orey (2019)

Assim, quando esses membros dividem a soma obtida por quatro, há a obtenção de uma figura com quatro lados iguais (quadrado) que pode ser considerado como um caso particular do Método do Jorge.

A abordagem êmica dessa prática pode ser considerada como uma tentativa de descrever um sistema matemático desenvolvido pelos membros desses grupos culturais distintos em seus próprios termos para que possam identificar as suas ideias, procedimentos e práticas matemáticas. Dessa maneira, a abordagem ética se preocupa, principalmente, com características pertencentes à matemática escolar/acadêmica de acordo com métricas e categorias próprias de análise.

Esse tipo particular de *saber/fazer* matemático desenvolvido pelos membros do MST e de outros grupos culturais consiste no desenvolvimento de práticas matemáticas socialmente aprendidas, apreendidas e difundidas, que são representadas e matematizadas através da elaboração de etnomodelos a partir do estudo de sistemas socioculturais contextualizados nas atividades cotidianas.

Nesse contexto, a abordagem êmica auxilia no esclarecimento das distinções intrínsecas dos procedimentos culturais enquanto a abordagem ética procura mostrar a objetividade das observações externas desses procedimentos.

Os procedimentos tácitos (conhecimento êmico) utilizados nessas práticas matemáticas foram difundidos para os membros do MST de geração em geração. Nesse sentido, as práticas matemáticas são percebidas como socialmente aprendidas e apreendidas e, historicamente, difundidas e transmitidas entre os membros de grupos culturais distintos de geração e geração (D'AMBROSIO, 1990).

Contudo, na abordagem dialógica, a observação êmica (local) buscou compreender a prática matemática da cubação de terra sob a ótica da dinâmica cultural interna e das relações dos membros desse grupo com o contexto sociocultural em que vivem. Por outro lado, a abordagem ética (global) propiciou um contraste transcultural ao empregar as perspectivas comparativas com a utilização de conceitos matemáticos escolares/acadêmicos. Essa complementaridade entre as abordagens êmica (local) e ética (global) promove uma visão holística do fenômeno estudado através de Etnomodelagem.

Considerações Finais

Atualmente, diversos sistemas de conhecimentos matemáticos correm o risco de se extinguirem por causa das rápidas mudanças nos ambientes naturais, sociais e culturais, bem como devido às alterações econômicas e políticas que ocorrem rapidamente em uma escala global.

Por exemplo, muitos procedimentos e práticas matemáticas locais, frequentemente, desaparecem por causa da imposição de currículos e tecnologias estrangeiras ou como resultado do desenvolvimento de técnicas e estratégias que prometem ganhos a curto prazo ou soluções rápidas para os problemas enfrentados pelos membros de grupos culturais distintos. Essa abordagem é realizada sem valorizar e/ou respeitar os contextos socioculturais locais (ROSA; OREY, 2017).

Contudo, se os educadores e pesquisadores forem aculturados por suas cosmovisões culturais próprias, então, é necessário que esses profissionais se conscientizem sobre a relevância dos procedimentos e práticas matemáticas locais, bem como sobre os paradigmas dos observadores externos com relação às técnicas e estratégias desenvolvidas localmente.

Por conseguinte, as abordagens êmica e ética presentes nas atividades diárias, que são realizadas em um determinado contexto sociocultural, utilizam conceitos antropológicos, históricos e epistemológicos que propiciam uma compreensão profunda e holística desses procedimentos e práticas matemáticas através de uma relação dialógica.

Desse modo, a abordagem êmica (local) desenvolve as concepções internas das ideias e procedimentos matemáticos enquanto a abordagem ética propicia a compreensão das observações externas ao desenvolvimento do conhecimento matemático referentes às essas práticas. Nessa perspectiva, é importante destacar que os fenômenos matemáticos somente podem ser compreendidos no contexto da cultura em que ocorrem.

Por outro lado, o conhecimento ético pode ser considerado como um ponto de partida para o desenvolvimento de atividades curriculares que podem ser contextualizadas nos *saberes* e *fazeres* locais (êmicos) para o desenvolvimento de um currículo matemático fundamentado na Etnomodelagem. Essa abordagem dialógica inclui o reconhecimento de outras epistemologias, bem como a valorização da natureza holística e integrada do conhecimento matemático por meio da dinâmica do encontro entre culturas distintas.

Nessa abordagem, o conhecimento ético não tem prioridade sobre o *saber/fazer* êmico e vice-versa, pois são complementares. Similarmente, Putra (2018) argumenta que os conhecimentos matemáticos informal (êmico) e formal (ético) são complementares, principalmente, no processo de ensino e aprendizagem em Matemática.

Contudo, é necessário promover uma base epistemológica sólida que possa possibilitar a integração e a complementaridade entre as abordagens êmica (local) e ética (global), na busca de uma abordagem dialógica que explore o conhecimento matemático desenvolvido em contextos culturais distintos.

Assim, o desenvolvimento das técnicas, procedimentos e práticas matemáticas que se originam em contextos culturais diversos pode auxiliar na compreensão e no compartilhamento de estruturas educacionais decolonizadoras que possibilitam desvendar as maneiras pelas quais o conhecimento matemático foi desenvolvido em outros contextos e entornos socioculturais.

Consequentemente, a promoção da diversidade cultural no processo de ensino e aprendizagem em Matemática, como, por exemplo, a compreensão das práticas matemáticas diversas de cubação da terra possibilita a conscientização sobre os processos decolonizadoras do currículo escolar. De acordo com Battiste (2011), a decolonização se opõe aos discursos educacionais que posicionam o conhecimento global/ocidental como superior e universal.

Consequentemente, é importante que os investigadores se conscientizem sobre a necessidade de valorizar os etnomodelos elaborados e utilizados pelos membros de grupos culturais distintos, como, por exemplo, os do MST, mostrando a sua relevância no processo de ensino e aprendizagem em Matemática, pois essas representações podem ser utilizadas harmoniosamente na prática pedagógica desencadeada em salas de aula.

Dessa maneira, existe a necessidade de que os etnomodelos sejam elaborados de acordo com a utilização das matematizações desenvolvidas pelos membros dessas culturas por meio do respeito mútuo e da valorização do conhecimento matemático acumulado por seus membros (abordagem êmica). Desse modo, o *saber/fazer* matemático está presente nas maneiras de pensar e agir desses membros que estão envolvidos no processo de criação das próprias ideias, procedimentos e práticas matemáticas.

Esse contexto possibilita que a Etnomodelagem considere os processos matematizadores que auxiliam os alunos a desenvolverem os próprios conhecimentos matemáticos ao incluir a coletividade, a criatividade e na inventividade no durante a condução dessa ação pedagógica. Nesse sentido, a Etnomodelagem pode abrir novas possibilidades para o desenvolvimento de investigações antropológicas/culturais para a ação pedagógica desencadeada o processo de ensino e aprendizagem em Matemática.

Então, é necessário que os investigadores e educadores selecionem situações-problema que apresentem aspectos etnomatemáticos (abordagem êmica) que estejam relacionadas com o ambiente sociocultural da comunidade escolar (dialógico), objetivando romper com a linearidade do currículo matemático (ético) por meio da investigação das concepções, tradições e práticas matemáticas desenvolvidas pelos membros de um determinado grupo cultural com a intenção de incorporá-las ao currículo como um conhecimento escolar.

References

ALMEIDA, M. C. *Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição*. Coleção Contextos da Ciência São Paulo, SP: Editora Livraria da Física. 2010.

ARAUJO, D. A., & GIONGO, I. M. (2016). *Operando com cálculo de áreas no ensino técnico por meio da cubagem de terra e a tecnologia GPS*. Lajeado, RS: UNIVATES.

BATTISTE, M. Cognitive imperialism and decolonizing research: modes of transformation. In: C. Reilly, V. Russell, L. K. Chehayl, & M. M. McDermott (Eds.). *Surveying borders, boundaries, and contested spaces in curriculum and pedagogy*. Charlotte, NC: Information Age Publishing, 2011. pp. xv-xxviii.

- CUNHA, M. (2014). The ethnography of prisons and penal confinement. *Annual Review of Anthropology*, 43, 217-233.
- D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer*. São Paulo, SP: Editora Ática, 1990.
- D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2001.
- EGLASH, R. When math worlds collide: Intention and invention in ethnomathematics. *Science, Technology, and Human Values*, v. 22, n. 1, p. 79-97, 1997.
- EGLASH, R.; BENNETT, A., O'DONNELL, C., JENNINGS, S.; CINTORINO, M. Culturally situated designed tools: ethnocomputing from field site to classroom. *American Anthropologist*, v. 108, n. 2, p. 347-362, 2006.
- FRANÇOIS, K., PINXTEN, R.; MESQUITA, M. How anthropology can contribute to mathematics education. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, v. 6, n. 1, p. 20-39, 2013.
- GIDDENS, A. *Runaway world*. New York, NY: Routledge, 2000.
- HANDWERKER, W. P. The construct validity of cultures: cultural diversity, culture theory, and a method for ethnography. *American Anthropologist*, v. 104, n. 1, 106-122, 2002.
- HARRIS, M. *Cultural anthropology*. Madrid, Spain: Alianza Editorial, 2011.
- HOUAISS, A. *Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa*. Versão 1.0.5a. São Paulo, SP: Objetiva, 2002.
- KAY, P. *Explorations in mathematical anthropology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1971.
- KNIJNIK, G. An ethnomathematical approach in mathematical education: a matter of political power. *For the Learning of Mathematics*, v. 13, n. 2, p. 23-25, 1993.
- KNIJNIK, G. *Exclusão e resistência: educação matemática e legitimidade cultural*. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1996.
- LETT, J. Emic-etic distinctions. In: LEVINSON, D.; EMBER, M. (Eds.), *Encyclopedia of cultural anthropology*. New York, NY: Henry Holt and Company, 1996. pp. 382-383.
- PEET, T. E. *The Rhind mathematical papyrus*. British Museum 10057 and 10058. Nendeln, Liechtenstein: Kraus Reprint, 1970.
- PUTRA, M. How ethnomathematics can bridge informal and formal mathematics in mathematics learning process at school: a framework. *For the Learning of Mathematics*, v. 38, n. 3, p. 11-16, 2018.

ROBERTSON, R. Glocalization: time-space and homogeneity-heterogeneity. In: FEATHERSTONE, M., LASH, S.; ROBERTSON, R. (Eds.). *Global modernities*. London, England: Sage Publications, 1995. pp. 24-44.

ROSA, M. *A mixed-method study to understand the perceptions of high school leaders about English language Learners (ELL): the case of mathematics*. Tese de Doutorado em Educação - Liderança Educacional. College of Education. Sacramento, CA: California State University – CSUS, 2010.

ROSA, M.; OREY, D. C. Raízes históricas do programa etnomatemática. *Educação Matemática em Revista*, v. 12, n. 18/19, p. 5-14, 2005.

ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomodelling: a pedagogical action for uncovering ethnomathematical practices. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, v. 1, n. 3, p. 58-67, 2010.

ROSA, M.; OREY, D.C. A modelagem como um ambiente de aprendizagem para a conversão do conhecimento matemático. *BOLEMA*, v. 26, n. 42A, p. 261-290, 2012.

ROSA, M., OREY, D. C. State of the art in ethnomathematics. In: ROSA, M., D'AMBROSIO, U., OREY, D. C., SHIRLEY, L., ALANGUI, W. V., PALHARES, P.; GAVARRETE, M. E. (Eds.). *Current and future perspectives of ethnomathematics as a program*. Hamburg, Germany: SpringerOpen, 2016. pp. 11-37.

ROSA, M.; OREY, D. C. *Influências etnomatemática em salas de aula: caminhando para a ação pedagógica*. Curitiba, PR: Appris Editora, 2017.

ROSA, M.; OREY, D. C. Ethnomodelling as the art of translating mathematical practices. *For the Learning of Mathematics*, v. 39, n. 2, p. 19-24, 2019.

SILVA, G. R. Cultura e etnomatemática: apresentação de algumas estratégias matemáticas dos lavradores do assentamento rural Natur de Assis (BA). *Anais do 4o Congresso Brasileiro de Etnomatemática – CBEm4*. Belém, PA: UFBA/ABEM, 2012. pp. 1-12.

SMITH, W. J., WOKUTCH, R. E. HARRINGTON, K. V.; DENNIS, B. S. An examination of the influence of diversity and stakeholder role on corporate social orientation. *Business & Society*, v. 40, n. 3, p. 266-294, 2001.

SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. Campinas, SP: Papirus, 2001.

TORGOVNICK, M. *Gone primitive: savage intellects, modern lives*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1991.

TYSON, L. *Critical theory today: a user-friendly guide*. London, England: Routledge, 2014.

VAZQUEZ, S.; COJTÍ, A. *Cultural appropriation: another form of extractivism of Indigenous communities*. News and Articles. Global Issues. Human Rights. Cambridge, MA: Cultural Survival, 2020.

7

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA PROMOÇÃO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Sônia Elisa Marchi Gonzatti²⁸

João Victor Antonioli²⁹

Mariângela Barbon³⁰

Paula Vitória Pellenz³¹

Resumo: Pesquisas recentes reverberam a necessidade de incluir práticas e processos ligados à produção, comunicação e validação de conhecimentos no âmbito do ensino de Ciências. Estas propostas emergem como contraponto às abordagens com ênfase na transmissão e no produto final das ciências, em detrimento de trabalhar aspectos ligados à natureza da ciência. Nesta perspectiva, o ensino por investigação é concebido como uma abordagem didática profícua no que diz respeito à promoção de práticas epistêmicas e à alfabetização científica dos alunos. Em termos didáticos, a proposição de um problema como ponto de partida, que se situe entre a zona de desenvolvimento potencial e real do estudante, e a liberdade intelectual concedida aos alunos, são as diretrizes principais para implementar o ensino por investigação. Neste contexto, este artigo, de natureza teórica, tem como propósito apresentar os fundamentos teórico-metodológicos do ensino por investigação e discutir as potencialidades desta abordagem didática para a promoção de práticas epistêmicas no contexto dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. As Sequências de Ensino Investigativo (SEI) emergem, a partir deste quadro teórico, como alternativa para desencadear diferentes atividades de problematização, validação, sistematização e comunicação dos conhecimentos científicos ligados aos problemas sob análise, as quais são perpassadas pelo desenvolvimento de processos argumentativos.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Práticas Epistêmicas. Sequências de Ensino Investigativo. Argumentação.

1. Introdução

O Ensino por investigação vem sendo objeto de estudo de inúmeros pesquisadores nas últimas décadas, contribuindo com práticas inovadoras para o ensino de Ciências em diferentes níveis de ensino e em cursos de formação inicial ou continuada de professores (CARVALHO; 2018).

Para Franco e Munford (2020), o ensino por investigação se insere em um conjunto de metodologias inovadoras, que incorporam discussões do campo da epistemologia e das teorias cognitivistas às práticas pedagógicas nos contextos de ensino. Reiteram que “um aspecto que marca tais propostas é o compromisso não apenas com a apresentação do produto final da ciência, mas com o engajamento dos estudantes em práticas envolvidas na construção do conhecimento científico” (ibid., p. 688).

28 Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas. Universidade do Vale do Taquari – Univates, soniag@univates.br

29 Acadêmico do curso de Psicologia. Bolsista de iniciação científica de 2021 a 2022. joao.antonioli@universo.univates.br

30 Acadêmica do curso de Medicina da Universidade do Vale do Taquari – Univates. Bolsista de iniciação científica. mariangela.barbon@univates.br

31 Acadêmica do curso de Enfermagem. Bolsista de iniciação científica de 2021 a 2022. paula.pellenz@universo.univates.br

Em ressonância com estas ideias, o ensino por investigação pode contribuir com o desenvolvimento do pensamento crítico, condição para formar cidadãos críticos (TAMAYO; LOAIZA; RUIZ, 2020; TORRES; SOLBES, 2018; SOLBES, 2021). Um cidadão com pensamento crítico, entre outros aspectos, é um cidadão alfabetizado ou educado cientificamente, já que desenvolve [...] um conjunto de competências pessoais para estruturar uma maneira de pensar própria, que lhes permita distinguir a validade dos argumentos, posicionar-se frente a situações sociais e ter um papel ativo nas decisões culturais e científicas”³² (TORRES; SOLBES, 2018, p. 60).

Ainda, a alfabetização científica pode ser mais bem sucedida quando ocorre a implementação do ensino por investigação (SASSERON, 2015), já que a resolução de problemas pressupõe a capacidade de argumentar, modelar, explicar e aplicar os conhecimentos científicos na análise e na tomada de decisão em relação a problemas socioambientais cruciais à qualidade de vida e à mitigação de desigualdades sociais. Convergindo com esta premissa, Sasseron (2015, p. 56) afirma que “[...] a alfabetização científica, ao fim, revela-se como a capacidade construída para a análise e avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento”.

Com lastro nestas reflexões, o desenvolvimento da argumentação, como competência cognitiva, pressupõe o uso de estratégias metodológicas para promovê-la em situações de ensino com viés investigativo. Em efeito, a argumentação é essencial para a análise da validade de argumentos, para a tomada de decisão e para os posicionamentos frente às questões sociocientíficas relevantes (SASSERON; CARVALHO, 2014; SASSERON, 2015; TAMAYO; LOAIZA; RUIZ, 2020; RAMOS; MENDONÇA, 2021).

Na convergência destes posicionamentos teóricos, o grupo de pesquisa “Práticas, ensino, currículo e formação docente no campo das Ciências Exatas”, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, adota um quadro teórico-metodológico balizado em abordagens investigativas para elaborar, desenvolver e avaliar estratégias de ensino em diferentes níveis educativos, tanto no âmbito da Matemática quanto das Ciências da Natureza. Assim, este artigo se insere no conjunto das pesquisas desenvolvidas por este grupo de pesquisa e teve fomento da Fapergs, por meio da pesquisa intitulada “A formação continuada e o processo de reformulação curricular dos Planos de Estudos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: um olhar sobre Ciências da Natureza e Matemática”.

O título deste artigo dá o tom do que se pretende discutir ao longo destas páginas. Intenta-se apresentar os fundamentos teórico-metodológicos do ensino por investigação e discutir as potencialidades desta abordagem didática para a promoção de práticas epistêmicas no contexto dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Para tal, são retomados os principais fundamentos epistemológicos que estão na gênese do ensino por investigação, na próxima seção. Na continuidade, discutem-se as implicações desta abordagem didática para o contexto do Ensino de Ciências e, por último, as Sequências de Ensino Investigativo são definidas e articuladas às práticas epistêmicas que se almeja promover no ensino de Ciências.

32 Tradução livre. Original em espanhol.

2. Fundamentos epistemológicos do ensino por investigação

O ensino por investigação é considerado uma das metodologias inovadoras no âmbito do ensino de Ciências, as quais compartilham a ideia basilar de que práticas como argumentação, modelagem, explicação e validação de conhecimentos devem fazer parte dos processos de ensino e de aprendizagem (CARVALHO, 2018; 2020; SASSERON, 2015; 2018; SASSERON; CARVALHO, 2014; FRANCO; MUNFORD, 2020). Partindo de uma crítica às metodologias predominantemente transmissivas no ensino de Ciências, calcadas nos pressupostos da ciência moderna e do positivismo, as abordagens cognitivistas defendem a necessidade de articular conhecimentos do domínio conceitual a práticas do domínio epistêmico e social da ciência para engajar e motivar estudantes e promover a educação científica (CARVALHO; 2018; FRANCO; MUNFORD, 2020; ZOMPERO et al., 2022). Noutras palavras, a promoção de práticas epistêmicas, ligadas ao domínio social do conhecimento – construção, comunicação e avaliação – (ZOMPERO et al., 2022) são condições essenciais para a alfabetização e educação científicas dos estudantes.

No viés epistemológico, o ensino por investigação reúne contribuições das teorias de desenvolvimento e aprendizagem de Piaget e de Vigotsky (CARVALHO, 2018; 2020). As contribuições piagetianas destacadas envolvem (i) a necessidade de passar das ações manipulativas às ações intelectuais, (ii) rever o papel do erro na aprendizagem e (iii) a necessidade de um bom problema para iniciar o processo de construção do conhecimento e estimular raciocínios argumentativos e (iv) tomar consciência de como o problema foi resolvido e porque deu certo. Dentre estes aspectos,

[...] o importante desta teoria [piagetiana] para a organização do ensino é o entendimento que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Este fato é um princípio geral de todas as teorias construtivistas e revolucionou o planejamento do ensino, uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas. Com base nesse conhecimento cotidiano, propondo problemas, questões e/ou propiciando novas situações para que os alunos resolvam (ou seja, desequilibrando-os) é que terão condições de construir novos conhecimentos (reequilibração) (PIAGET, 1978, *apud* CARVALHO, 2020, p. 2).

Já as teorizações de Vigotsky complementam as influências piagetianas, ao introduzir a premissa do conhecimento como construção social, que se desdobra em três diretrizes principais: (1) as funções mentais mais elevadas emergem de processos sociais, (2) os artefatos sociais e culturalmente construídos que medeiam a interação social, com destaque à linguagem e (3) estratégias de ensino que se situem entre a zona de desenvolvimento real e potencial dos estudantes, ou seja, devem ser oferecidas situações que os estudantes tenham condições de resolver com a mediação de outros estudantes ou do professor (id., 2020). Do ponto de vista da construção do conhecimento,

a visão sociointeracionista apresenta a importância, em um processo de aprendizagem, da interação social com outros mais experientes nos usos das ferramentas intelectuais. A implicação desse fato para o ensino de ciências é que as interações entre os alunos e principalmente entre professor e alunos devem levá-los à argumentação científica e à alfabetização científica (CARVALHO, 2020, p. 7).

Esta visão encontra lastro com as diretrizes do ensino por investigação como abordagem didática (SASSERON, 2015), em que ensinar ciências vai além de ensinar conteúdos do domínio conceitual, por meio de estratégias que priorizam os produtos e

resultados de uma ciência pretensamente neutra e objetiva, em detrimento dos processos, avanços e reveses envolvidos na construção e evolução dos conhecimentos científicos.

Um ponto de convergência entre as diferentes teorias de aprendizagem que balizam o ensino por investigação, emergente do campo da epistemologia das ciências, é a posição de Bachelard (1938, *apud* Carvalho, 2020),

[...] quando propõe que todo o conhecimento é a resposta de uma questão. Entretanto não deve ser uma questão ou um problema qualquer. Essa questão ou este problema, para ser uma questão para os alunos, deve estar dentro de sua cultura, sendo interessante para eles de tal modo que se envolvam na busca de uma solução e na busca desta solução deve-se permitir que exponham seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto (CARVALHO, 2020, p. 6).

Nesta seara, o conceito bachelardiano de obstáculo epistemológico é vital para compreender as dificuldades de aprendizagem dos estudantes no que concerne aos conceitos científicos. Para o filósofo, o problema do conhecimento precisa ser colocado em termos de obstáculos já que estes representam as dificuldades para a evolução do espírito científico e são, portanto, antirrupturas (BACHELARD, 1998). Quanto às implicações para o ensino de Ciências, Bachelard (id.) assevera que os professores precisam compreender porque seus alunos não compreendem os conhecimentos científicos a serem ensinados. Desta incompreensão, emergem obstáculos pedagógicos, que são consequência do desconhecimento ou desinteresse docente pelo conhecimento prévio do aluno e dos entraves a este conhecimento.

2.1. Diretrizes do ensino por investigação

A proposição de um bom problema é uma das diretrizes conceituais do ensino por investigação (CARVALHO; 2018). A outra diretriz envolve o grau de liberdade intelectual concedido aos estudantes. Um bom problema é necessário para instigá-los a estudar e resolver os problemas propostos, e deve se situar entre o nível de conhecimentos que o estudante já possui e o que se quer alcançar. Noutras palavras, a situação de ensino e o problema a resolver devem atuar na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes.

O problema, portanto, deve ser pensado para desenvolver no aluno a capacidade de formular hipóteses e relacioná-las com conteúdos já aprendidos, além de conseguir aplicá-lo na sua própria realidade, ou seja, no seu dia a dia. Nas questões relativas às resoluções teóricas, o cuidado ao estabelecer o problema deve ser balizado pela preocupação em fazer o aluno entender o porquê realizar determinado método, e ter noção de variáveis dos mesmos, não apenas seguir fórmulas prontas estabelecidas pelos professores, por exemplo.

Desse modo, se torna possível fazê-lo pensar sobre como essas questões podem ser associadas à vida fora da sala de aula. Podemos utilizar como exemplo alguns conteúdos de física, os quais possibilitam aos estudantes compreenderem leis da natureza, e não apenas ter conhecimento das fórmulas que modelam estes fenômenos.

Por outro lado, nos temas experimentais, espera-se, através de um bom problema, que os estudantes desenvolvam a capacidade dedutiva - compreender questões abstratas, modelar e solucionar problemas e avaliar situações - e de identificar a causalidade dos processos. A experimentação, quando associada à investigação, possibilita analisar os

processos que levam aos resultados e à produção de conhecimentos. Tal proposição tem lastro com a teoria piagetiana, em que a manipulação promove a racionalização intelectual.

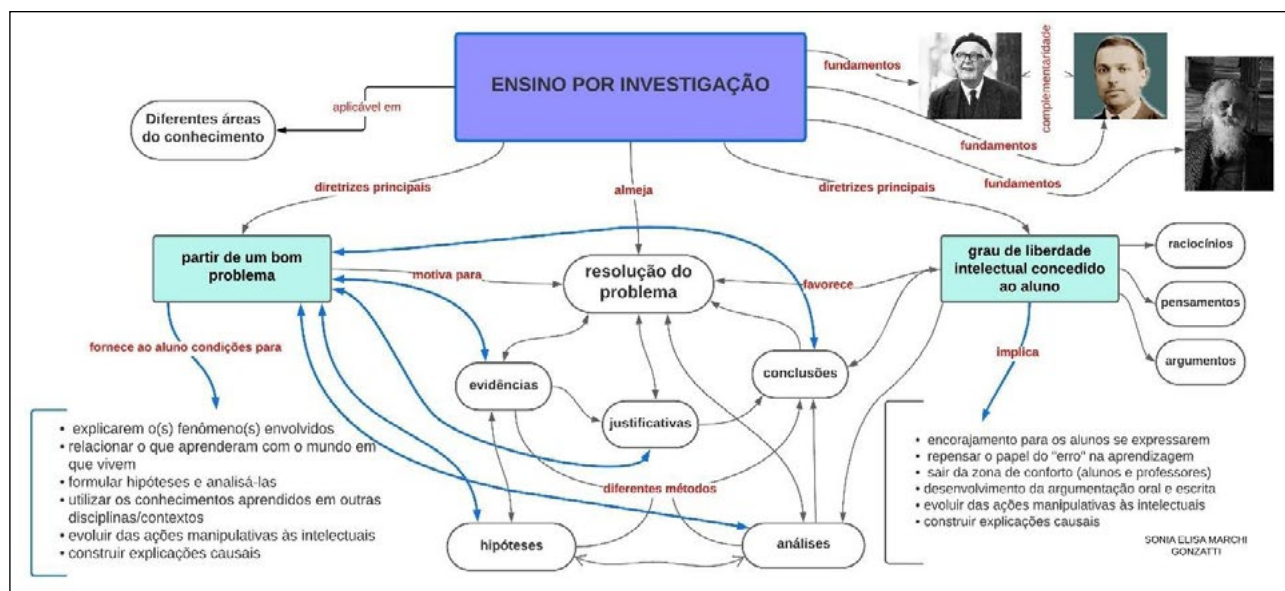
Em essência, a resolução de um bom problema, por meio de diferentes etapas, e a liberdade intelectual concedida ao aluno implicam inserir, nas aulas de Ciências, processos, procedimentos e técnicas inerentes à atividade investigativa.

No que tange à segunda diretriz, o grau de liberdade intelectual concedido ao estudante, Carvalho (2018, 2020) afirma que o desenvolvimento desta liberdade é possível em atividades tanto práticas (aulas em laboratório, por exemplo), quanto teóricas (discussão de textos relativos aos conteúdos, por exemplo). O ponto principal consiste em dar autonomia para os estudantes participarem de todos os processos de desenvolvimento do conhecimento, desde a escolha do assunto, passando pela problematização, resolução dos problemas, até chegar à análise e discussão dos resultados, e construir uma posterior conclusão.

Desse modo, os mesmos não utilizam do recurso de memorizar fórmulas e linhas de raciocínio. Ao invés disso, são instigados a elaborar hipóteses, formular e validar argumentos e resolver, eles próprios, os problemas propostos. A aula, de certo modo, passa a ser desenvolvida principalmente pelos estudantes, e os professores exercem mais um papel de apoio e de mediação para a construção do conhecimento, do que de um detentor do mesmo, que apenas transmite o saber.

A figura 1 visa oferecer uma visão sistêmica e integradora do ensino por investigação e suas implicações pedagógicas, temática que será aprofundada na próxima seção.

Figura 1 – Um mapa conceitual possível sobre o ensino por investigação



Fonte: Dos autores (2023)

3. Ensino por investigação como metodologia para o ensino de ciências

Assumindo-se uma visão de ensino por investigação como abordagem didática, esta seção visa refletir sobre as potencialidades do ensino por investigação para a alfabetização científica e para o desenvolvimento do pensamento crítico. As implicações pedagógicas dos principais fundamentos teórico-metodológicos desta abordagem também serão analisadas.

Em um de seus textos mais recentes, Carvalho (2018) faz um apanhado de mais de três décadas de pesquisa voltadas à implementação do ensino por investigação em aulas de Ciências e de Física. A autora analisa diversos estudos sobre o ensino por investigação, desenvolvidos tanto no ensino fundamental I quanto no ensino médio e vinculados ao programa de pesquisa desenvolvido pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, realizado no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física (LAPEF). A produção expõe e examina resultados encontrados relativos ao aprendizado, em ambos os níveis de escolaridade, quando aplicado o ensino por investigação, por diversos professores que fizeram parte do programa, e suas relativas turmas.

No que diz respeito às pesquisas a partir de atividades investigativas nos anos iniciais, os resultados foram bastante promissores. Foi observado que os alunos desenvolveram o raciocínio científico, expressaram suas deduções e conclusões, e em alguns casos, compreenderam a causalidade científica (que é o objetivo das atividades investigativas experimentais).

Para que esse processo ocorra, percebeu-se a essencialidade dos trabalhos em grupos, pois, por meio destes, os alunos têm a possibilidade de discutir e compartilhar ideias, externalizar diferentes pontos de vista. O trabalho em grupo também contribui para o desenvolvimento de competências atitudinais e interpessoais. Nas pesquisas de Carvalho e colaboradores (2018; 2020) a autora observou que os professores já tinham o hábito de desenvolver trabalhos em grupo. Esta estratégia foi potencializada à medida que foram sendo incorporados critérios estruturantes ligados à investigação. Do ponto de vista epistemológico, a potência do trabalho em grupo é explicada pela teoria sociointeracionista,

Com o conceito de zona de desenvolvimento proximal podemos entender o porquê os alunos se sentem bem nesta atividade: estando todos dentro da mesma zona de desenvolvimento real é muito mais fácil o entendimento entre eles, às vezes mais fácil mesmo do que entender o professor. Além disso, como mostra o conceito, os alunos têm condições de se desenvolver potencialmente em termos de conhecimento e habilidades com a orientação de seus colegas. O trabalho em grupo sobe de status no planejamento do trabalho em sala de aula passando de uma atividade optativa do professor para uma necessidade quando o ensino tem por objetivo a construção do conhecimento pelos alunos (CARVALHO, 2020, p. 5).

Outro fator importante analisado foi o papel dos professores nessa técnica, no sentido de ter o conhecimento do funcionamento das turmas, assim como para estabelecer um ambiente leve e que dê a possibilidade dos discentes se expressarem sem medo de errar. Para Carvalho (2012), como ensinar – o problema do papel do professor - é um dos critérios estruturantes do ensino por investigação.

Em contrapartida, os resultados abordados pelos professores do ensino médio que participaram da formação tiveram um desfecho não tão profícuo como os dos anos iniciais do ensino fundamental. Explicando: os alunos deste nível de ensino apresentaram mais dificuldade em desenvolver as atividades investigativas, evidenciadas principalmente na expressão oral, e registro escrito das atividades investigativas. Foi percebido um desinteresse

e falta de assiduidade por parte dos estudantes, preocupação dos professores quanto ao aprendizado do conteúdo, ao desenrolar tanto das avaliações, quanto do andamento do cronograma escolar.

As causas que explicam tais resultados envolvem distintos fatores (CARVALHO, 2018). Um deles é o tempo de interação e de permanência do professor nas turmas de ensino médio, em comparação com o professor polivalente, e o outro é a existência (ou não) de outros professores para discutir as atividades desenvolvidas. Os docentes do ensino médio estabelecem bem menos contato com os alunos, devido à carga horária reduzida dos componentes curriculares, ocasionando em pouco conhecimento do grupo de estudantes. Outro fator apontado para justificar estes resultados é que, geralmente, os docentes que trabalharam com investigação eram os únicos educadores de suas respectivas áreas nas escolas, não tendo a possibilidade de discutir dados, e comparar o desenvolvimento do projeto, senão nas reuniões de formação de professores no LAPEF.

O desenvolvimento histórico-epistemológico do conteúdo a ser ensinado é outro fator apontado. As SEI para o ensino médio devem abordar um largo período histórico, levando os alunos a entender várias mudanças de paradigmas. A elaboração das atividades investigativas, e também as atividades de laboratório investigativa necessitam de um planejamento mais complexo, o que é um desafio relevante para professores com muitas horas de aula semanais e muitas turmas. Em síntese, as pesquisas desse grupo apontam que

[...] se os professores ao aplicarem em suas salas de aula as Atividades de Conhecimento Físico propondo o problema para os alunos, deixando-os interagirem em pequenos grupos e depois no grupo grande, perguntar como? E dando liberdade intelectual para eles falarem sem repressão, e depois perguntar por quê? Então os alunos argumentarão, levantarão suas hipóteses, explicarão o fenômeno, apresentarão os raciocínios hipotético-dedutivos, construindo relações compensatórias entre as variáveis, escreverão, construirão autonomia moral e, portanto, eles entrarão sendo introduzidos na cultura científica, aprendendo a falar e a escrever ciências (CARVALHO, 2018, p. 776-777).

Em efeito, as diretrizes principais do ensino por investigação se desdobram em distintas implicações que precisam ser observadas ao planejar situações de ensino sob essa perspectiva. Práticas ligadas aos domínios epistêmico e social do conhecimento precisam ser articuladas aos conhecimentos científicos do domínio conceitual (SASSERON, 2015; 2018; FRANCO; MUNFORD, 2020; ZOMPERO et al., 2022) para que o estudante desenvolva competências cognitivas ligadas à argumentação, modelagem, explicação e validação de conhecimentos. De forma deliberada e situada,

[...] o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018, p. 766).

Essas distintas ações perpassam as relações entre linguagem e argumentação, já que o estudante é desafiado, nos processos de ensino e aprendizagem, a explicitar seus raciocínios e a construir novos conhecimentos e significados em relação aos conhecimentos científicos que são mobilizados para resolver os problemas elaborados. Os raciocínios argumentativos são construídos e melhorados durante todas as etapas de uma investigação

e se desenvolvem por meio de diferentes formas de linguagem e registro (SASSERON; 2015). Em síntese,

entendemos que o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos. Denota a intenção do professor em possibilitar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos. Por esse motivo, caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica (SASSERON, 2015, p. 58).

Tais práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação estão ligadas ao domínio epistêmico da construção de conhecimento. Configuram-se, portanto, como práticas epistêmicas. No âmbito do ensino de Ciências, tais práticas, dentre elas a argumentação, se articulam às atividades sociais relacionadas à construção, comunicação e avaliação do conhecimento (ZOMPERO et al., 2022). Na mesma ótica, Franco e Munford (2020), argumentam que o ensino por investigação é promissor para promover as necessárias articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico no âmbito do ensino.

5. Sequências de ensino investigativo: possibilidade para promoção de práticas epistêmicas

As SEI (Sequências de Ensino investigativo) podem ser concebidas como uma ferramenta que possibilita aos professores desenvolverem atividades investigativas. Envolve uma cadeia de práticas epistêmicas e científicas (SASSERON, 2018), fomentadas pela proposição de um bom problema. Carvalho (2018, p. 767), por sua vez, define uma SEI como “uma proposta didática que tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos. conteúdos ou temas científicos”. Em termos didáticos,

O objetivo central na proposição de SEI é permitir que investigações sejam realizadas em aulas que, a princípio, são reconhecidas como distintas e, por vezes, não associadas à investigação. Ao trabalhar na implementação de SEI, o professor precisa garantir que tanto a atividade experimental quanto a leitura de textos, por exemplo, sejam igualmente investigativas, ou seja, tenham por trás um problema claro que precise ser resolvido (SASSERON, 2015, p. 58-59).

Especificamente no âmbito dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, as SEI são comprovadamente profícuas para estimular o desenvolvimento da argumentação, explorar os conhecimentos prévios das crianças e instigar a construção de conhecimentos por meio da proposição de um bom problema (CARVALHO, 2013; 2018). Entre outros aspectos, englobam (i) a associação dos conhecimentos a serem ensinados com os já estudados e com os conhecimentos anteriores, (ii) aproximações com hábitos e situações do cotidiano dos alunos e (iii) expansão das competências de compreensão em diferentes áreas do conhecimento (SASSERON, 2015).

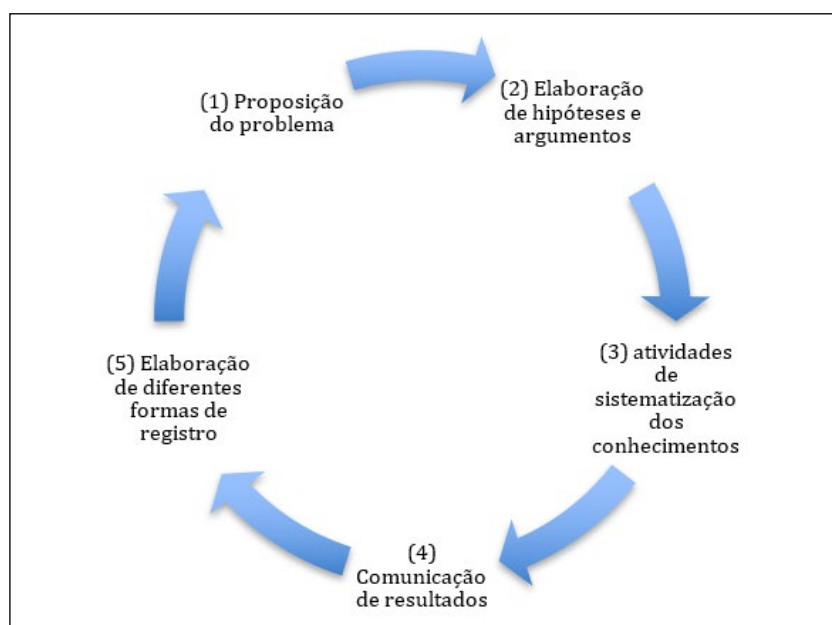
A premissa das SEI é que os processos inerentes à atividade científica sejam incorporados às situações de ensino, oportunizando que o estudante, além de aprender

conhecimentos científicos do domínio conceitual das ciências – ligados às práticas científicas (SASSERON, 2018), aprenda também sobre o fazer ciências (práticas epistêmicas).

Assim, uma SEI deve ter algumas atividades centrais, organizadas em forma de etapas. Em geral, “[...] inicia-se com um problema experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e que ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático” (CARVALHO, 2020, p. 9). Atividades de sistematização do conhecimento construído também fazem parte desta abordagem, nas quais os estudantes têm oportunidades de discutir e comparar o que fizeram e o que pensaram para resolver o problema. Por último, precisam ser concebidas atividades que promovam a aplicação do conhecimento em situações contextualmente relevantes.

No contexto da pesquisa que gerou este artigo, adota-se uma estrutura de SEI com cinco etapas, nas quais é proposto um problema que desencadeie uma atividade de conhecimento físico (CARVALHO; 2012). Algumas SEI já foram desenvolvidas e aplicadas em contextos de prática. No contexto da pesquisa que inclui este estudo, adota-se uma estrutura com cinco etapas (Figura 2).

Figura 2: Etapas de uma SEI



Fonte: Os autores (elaborado com base em Carvalho, 2018).

Convergente com a gênese do ensino por investigação, as SEI podem promover diferentes práticas epistêmicas, ligadas a atividades sociais (porque implicam em múltiplas interações) de produção, comunicação e validação de conhecimentos. As práticas epistêmicas, por sua vez, “constituem os conhecimentos que a comunidade científica utiliza para a construção de conhecimentos” (ZOMPERO et al., 2022, p. 4). Mirando esta análise no ensino e na didática das ciências,

[...] a promoção e a constatação de desenvolvimento de práticas epistêmicas em sala de aula podem marcar o advento da reflexão sobre as ações realizadas e eventuais mudanças no que está sendo feito, sinalizando liberdade intelectual conferida aos estudantes e assumida por eles (SASSERON, 2018, p. 1067).

A argumentação é uma das práticas epistêmicas ligadas aos processos de produção, comunicação e validação de conhecimentos. Está implicada em ações como analisar, explicar, elaborar hipóteses, relacionar, produzir explicações causais, justificar ideias e fundamentar tomadas de decisão. Nesta linha, é entendida como “[...] todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados” (SASSERON; CARVALHO, 2014, p. 395).

Portanto, tem papel essencial em uma SEI, já que perpassa pela explicitação, análise e validação de ideias e raciocínios. Em efeito, a etapa ligada à sistematização, por exemplo, implica que os alunos analisem suas hipóteses iniciais, validando-as ou não, por meio da mediação do professor e das estratégias elaboradas para tal. A etapa de produção de registros, quer por desenhos, textos, comunicação oral ou outras formas de linguagem, visam aprimorar as diferentes formas de expressão e comunicação de ideias.

Nas aulas de ciências, em especial, “[...] a explicitação da argumentação, em seu ato discursivo, seja pela oralidade seja por registros gráficos, permitiria evidenciar as perspectivas de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições” (SASSERON, 2015, p. 59). Com isso, torna-se possível a comunicação de ideias, o que resulta no desenvolvimento da argumentação, aproximando os estudantes de processos (simplificados, no caso dos anos iniciais) de construção do conhecimento. Além disso, a argumentação nas aulas de ciências, instiga o estudante a entender o desenrolar e a articulação entre as distintas atividades investigativas, o que contribui para o interesse em aprender.

Em comum, as metodologias consideradas inovadoras no ensino de Ciências defendem a necessidade de incluir discussões relativas à natureza da ciência e à sua epistemologia nas aulas de Ciências da Natureza. Diferentes trabalhos apontam as potencialidades do ensino por investigação para alcançar tal propósito (SASSERON; CARVALHO, 2014; SASSERON; 2015; 2018; FRANCO; MUNFORD, 2020; ZOMPERO et al., 2022; MOTA; SILVA; SASSERON, 2023).

Franco e Munford (2020) apontam que ainda mostra-se necessário, apesar dos avanços teóricos, seguir analisando como levar a cabo práticas investigativas que promovam as necessárias articulações entre os domínios conceitual, epistêmico e social do conhecimento científico no âmbito do ensino. Em seu estudo, os autores analisaram como crianças do primeiro ano do ensino fundamental produziram interações discursivas ao estudarem a biologia de um inseto. Coerente com os critérios estruturantes do ensino por investigação, diferentes recursos instrucionais foram articulados em torno do trabalho com perguntas, processo que gerou diferentes caminhos para articular os domínios conceitual, epistêmico e social.

O ensino por investigação é promissor no que diz respeito a promover tais articulações, uma vez que

A função social do ensino de ciências envolve, entre outros aspectos, gerar oportunidades para que crianças e adolescentes sejam capazes de compreender e usar formas científicas de explicar o mundo natural (Carvalho, 2018; Kelly, 2013). Porém, o uso de conceitos, teorias e modelos científicos ainda acontece de forma asséptica, descolada de indagações sobre a natureza ou dos critérios socialmente utilizados na construção do conhecimento. Desse modo, introduzir estudantes no legado conceitual da ciência demanda currículos capazes de articular o engajamento em práticas relacionadas aos domínios epistêmico e social do conhecimento científico (FRANCO; MUNFORD, 2020, p. 713).

Nesta seara, coadunamos com a premissa de que o ensino por investigação é promissor no que diz respeito a promover as articulações entre estes distintos domínios. Não obstante, as formas de promover tal articulação ainda não estão muito claras e, portanto, oferecem um espaço profícuo de boas perguntas de pesquisa que compartilham do ensino por investigação como objeto de estudo.

Considerações Finais

A proposta deste artigo foi apresentar os principais fundamentos teóricos que estão na gênese do ensino por investigação e suas implicações para o ensino de Ciências. Entre outros aspectos, procurou-se analisar, a partir do quadro teórico discutido ao longo do texto, as potencialidades do ensino por investigação articular conhecimentos conceituais a práticas epistêmicas e sociais ligadas à construção de conhecimento científico.

Revisitando Bachelard (1998) que afirma que toda investigação é a resposta a um problema, ou Piaget, que percebeu o papel de um problema articulado em torno de perguntas para iniciar processos de construção de conhecimento com as crianças, a formulação/proposição de um “bom” problema é essencial para desencadear atividades de construção de conhecimentos por parte dos estudantes. Por meio de diferentes estratégias, o aluno deve ser desafiado a pensar, ler, escrever, explicar, relacionar, descrever, ações que potencializam o desenvolvimento da argumentação.

No campo empírico, este trabalho reverberou no desenvolvimento e avaliação de SEI em contextos de turmas dos anos iniciais e de formação inicial de professores em nível médio. Problemas ligados às unidades temáticas de Matéria e Energia e Terra e Universo foram elaborados visando mobilizar atividades de conhecimento físico apropriadas aos Anos Iniciais (CARVALHO; 2012; 2018).

Como perspectivas futuras, intenta-se reunir indícios que permitam analisar em que aspectos o desenvolvimento de práticas epistêmicas como estratégia de problematização e produção de conhecimento contribui para a evolução de processos argumentativos.

Apoio e agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS. Edital ARD/2019.

Referências

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1998.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular para a Educação Básica**, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em março/2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2012. E-book. ISBN 9788522114078. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522114078/>. Acesso em: 03 out. 2023.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18, n. 3, 765–794. Dezembro, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ª Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020. Disponível em: <https://www.univates.br/biblioteca/acervo-digital>. Acesso em: 10 ago. 2021.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 687–719, 2020. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2020u687719. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/19262>. Acesso em: 1 out. 2023.

MOTA, Ana Rita Lopes; SILVA, Fernando; SASSERON, Lúcia Helena. Podem as práticas epistêmicas contribuir para o desenvolvimento de competências metacognitivas? **Revista Espaço Pedagógico**, v. 30, p. e14897-e14897, 2023.

RAMOS, Tatiana Costa; MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. Uma proposta de Modelo para Abordar Relações entre Práticas Epistêmicas e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], p. e25348, 1–29, 2021. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2021u713741. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/25348>. Acesso em: 5 out. 2023.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000200009>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v.17, n. Especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>

SOLBES, Jordi. Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas. Formación del profesorado y su transferencia a la práctica. **Boletín ENCIC**. 2021, vol. 5, n.2, p. 80-90.

TAMAYO Alzate, O.E.; LOAIZA Zuluaga, Y.E.; RUIZ Ortega, F.J. Docencia universitaria y pensamiento crítico un análisis desde la Universidad de Caldas-Colombia. In: RIVAS; Sílvia F., SAIZ; Carlos; VIEIRA; Rui M. **PENSAMENTO CRÍTICO EM UNIVERSIDADES IBERO-AMERICANAS: Percursos formativos educativos e perspectivas de formação**. 2020, ISBN 978-65-5861-186-8, p. 143-178. Disponível em: Doi: 10.31012/978-65-5861-176-9 Acesso em 30 jul 2023.

TORRES, Nídia; SOLBES, Jordi. Pensamiento crítico desde cuestiones socio-científicas. In: CONRADO, D.M., and NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas** [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 59-76. ISBN 978-85-232-2017-4. <https://doi.org/10.7476/9788523220174.0004>. Acesso em 30 jul 2023.

ZOMPERO, Andreia de Freitas et al. Prácticas epistémicas en los currículos de Ciencias Naturales de países de América Latina: Estudio entre Brasil, Chile y Colombia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 24, p. e39681, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172022240131>. Acesso em 15 ago 2023.

8

EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS, MATEMÁTICA E RELAÇÕES DE GÊNERO

Fernanda Wanderer³³
Daiane Martins Bocasanta³⁴

1. Introdução

O presente capítulo aborda reflexões sobre a Educação Matemática e a Educação de Jovens e Adultos (EJA). Em especial, discute resultados de duas pesquisas desenvolvidas por nós em tempos e espaços diferentes, mas que nos auxiliam a problematizar algumas marcas dos processos educativos da Educação Matemática na EJA. Além disso, os referidos trabalhos atuaram como vetores para planejarmos experiências pedagógicas envolvendo essa parcela da população que não concluiu a Educação Básica no período considerado apropriado.

A primeira investigação foi realizada por Wanderer (2001), há duas décadas, em uma escola pública da cidade de Estrela, RS, envolvendo uma turma de alunos e alunas que frequentavam a EJA. A pesquisa desenvolveu-se para compreender e analisar as potencialidades de um processo pedagógico etnomatemático centrado em produtos da mídia, os quais não foram utilizados como “ponto de partida” para o ensino da matemática escolar. Sua utilização ocorreu porque pertenciam à cultura daquele grupo de alunos. Reportagens de jornal e filmes foram discutidos e analisados criticamente. As atividades centraram-se na interpretação das temáticas estudadas. Dessa forma, os alunos puderam não somente interpretar os dados numéricos presentes nos materiais, mas compreender questões sociais, políticas e culturais.

O segundo trabalho, desenvolvido por Bocasanta (2021), envolveu um grupo de alunas que frequentavam uma turma de alfabetização da EJA em um colégio da rede federal de ensino da cidade de Porto Alegre, RS. O propósito do estudo foi investigar os significados atribuídos por mulheres em processo de alfabetização à matemática escolar. A parte empírica envolveu o uso de entrevistas com quatro estudantes, com idades entre 36 e 63 anos. A respeito de suas ocupações, uma era cuidadora de crianças em casa, uma era diarista e vendia artefatos de cama, mesa e banho, outra era aposentada, mas continuava trabalhando como empregada doméstica e outra era dona de casa. Devido ao contexto vivenciado a partir da pandemia de Covid-19, as entrevistas foram realizadas via plataforma Google Meet, gravadas e posteriormente transcritas.

33 Doutora em Educação (UNISINOS). Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

34 Doutora em Educação (UNISINOS). Professora do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAp/UFRGS).

Nosso propósito, neste capítulo, é evidenciar algumas recorrências entre as duas pesquisas que, mesmo desenvolvidas em tempos diversos e com grupos distintos, podem nos ajudar a refletir e problematizar marcas que constituem a área da Educação Matemática na EJA. Além disso, nossa intenção envolve pensarmos sobre possíveis práticas pedagógicas que podem ser realizadas com esses grupos de estudantes nas escolas.

Em termos teóricos, as investigações amparam-se na perspectiva da Etnomatemática, campo de estudos que iniciou com o brasileiro Ubiratan D'Ambrosio em meados da década de 70 do século passado. A Etnomatemática é uma área da Educação Matemática que, conforme indica D'Ambrosio (1993, p.5), pode ser reconhecida como "um programa de pesquisa que caminha juntamente com uma prática escolar". Sobre a origem do termo, afirma o autor (D'AMBROSIO, 1997, p. 27):

Indivíduos e povos têm, ao longo de suas existências e ao longo da história, criado e desenvolvido instrumentos de reflexão, de observação, instrumentos teóricos e, associados a esses, técnicas, habilidades (*teorias, techné, ticas*) para explicar, entender, conhecer, aprender (*matema*), para saber e fazer como resposta a necessidades de sobrevivência e de transcendência, em ambientes naturais, sociais, e culturais (*etnos*) os mais diversos. Daí chamarmos o exposto acima de *programa etnomatemática*.

Em uma entrevista com Chassot e Knijnik (1997), D'Ambrosio destaca que as bases deste Programa nasceram quando exerceu a função de Diretor dos Programas de Pós-Graduação em Matemática na State University of New York at Buffalo. Nesta entrevista, D'Ambrosio afirma que, como Diretor destes Programas, enfrentou o maior desafio de sua carreira administrativa, pois havia uma exigência de que um quarto dos estudantes novos daqueles Programas fossem negros. Para encontrar tais estudantes, D'Ambrosio diz que saiu num recrutamento pelo Sul daquele país. Continua afirmando o autor (apud CHASSOT E KNIJNIK, 1997, p. 13):

[...] conheci uma nova realidade americana, sobretudo a realidade das escolas e universidades discriminadas. Acredito que então surgiu o germe das minhas reflexões sobre uma Educação ligada à cultura. Minhas reflexões sobre a etnomatemática, inclusive, vêm desta experiência.

Desde então, ampliou-se o número de pesquisas nesta área, da mesma forma que congressos, seminários e simpósios nacionais e internacionais. Se, em um primeiro momento, o termo etnomatemática pode indicar um campo que visa associar a Matemática com a cultura de um grupo, um olhar mais denso indica que ela não se limita a esta associação. Ela pretende valorizar a produção de conhecimentos matemáticos praticados por diferentes grupos sociais, considerando que este conhecimento é produzido historicamente.

A Etnomatemática problematiza a dicotomia existente entre os conhecimentos instituídos como matemáticos e aqueles praticados pelos mais diversos grupos sociais como a classe trabalhadora, os negros, os indígenas, as mulheres, os quais permanecem silenciados e não são considerados científicos. Assim, o campo da Etnomatemática considera que conhecimentos matemáticos existem em todas as culturas, que grupos desenvolvem suas maneiras próprias e específicas de contar, medir, fazer contas. Porém, determinados grupos impuseram o seu jeito de pensar e praticar Matemática como sendo o *correto* enquanto silenciaram e negaram os conhecimentos de outros.

Mais recentemente, a Etnomatemática tem se servido das teorizações pós-estruturalistas, principalmente a vertente associada ao pensamento de Michel Foucault,

possibilitando que outros sentidos possam ser atribuídos à Educação Matemática. Knijnik (2006, p. 120), utilizando-se de tais teorizações, se refere à Etnomatemática dizendo que essa perspectiva

estuda os discursos eurocêntricos que instituem a matemática acadêmica e a matemática escolar; analisa os efeitos de verdade produzidos pelos discursos da matemática acadêmica e da matemática escolar; discute questões da diferença na educação matemática, considerando a centralidade da cultura e das relações de poder que a instituem, problematizando a dicotomia entre “alta” cultura e “baixa” cultura na educação matemática.

Considerando a matemática acadêmica e a matemática escolar como discursos, no sentido foucaultiano, a Etnomatemática nos permite analisar seus vínculos com a produção das relações de poder-saber e com a constituição de regimes de verdade. Como expressa Foucault, “o que faz com que o poder se mantenha e que seja aceito é simplesmente que ele não pesa só como uma força que diz não, mas que ele de fato permeia, produz coisas, induz ao prazer, forma saber, produz discursos” (2003, p. 8). Dessa forma, na concepção foucaultiana, os discursos da matemática acadêmica e escolar são estudados levando em conta as relações de poder-saber que ao mesmo tempo os produzem e são por eles produzidas.

Tendo como propósito estudar os discursos sobre a matemática escolar de sujeitos que frequentavam a EJA em tempos diversos, utilizando a Etnomatemática como caixa de ferramentas, não temos a intenção de dizer o que seria *mesmo* a matemática escolar por eles praticada, nem emitir juízos de valor sobre os seus conhecimentos, mas sim examinar “como se produzem efeitos de verdade no interior de discursos que não são em si nem verdadeiros nem falsos” (FOUCAULT, 2003, p. 7).

Assim, na ordem discursiva que engendra a matemática acadêmica e a matemática escolar são produzidas “verdades” sobre essa área do conhecimento, que atuam na geração de concepções sobre como deve ser uma boa aula de matemática, quem são os “bons e maus” alunos ou como esse campo atua na sociedade, demarcando diferenças e construindo identidades. Na próxima seção, mostraremos algumas dessas “verdades” que perpassam e constituem os sujeitos da EJA que integraram as investigações realizadas.

2. Marcas da matemática escolar na EJA

A análise do material empírico produzido nas pesquisas evidenciou duas recorrências referentes aos significados atribuídos pelos alunos da EJA à matemática escolar. Uma delas refere-se ao lugar de destaque que essa área do conhecimento ocupa na escola e na sociedade. Os excertos abaixo, extraídos das entrevistas oriundas da investigação de Bocasanta (2021), nos ajudam a evidenciar essa ideia³⁵:

Professora: Tu achas importante a escola ensinar matemática?

Aluna Alda: Ai... Eu acho que é importante! Eu acho que é uma das matérias mais importantes, entre matemática e português. [...] As principais! Porque sem a gente saber essas duas matérias, a gente praticamente não é nada, né, professora.

Professora: Tu achas importante a escola ensinar matemática? Aluna Márcia: Muito, professora. Bastante. Porque as crianças têm que conhecer contas, números, isso é muito

35 Os nomes citados ao longo do texto são fictícios.

importante. Eu acho que matemática é muito importante na vida da gente, no dia a dia e em tudo, né.

Professora: Tu achas importante a escola ensinar matemática? Aluna Eloá: Ah! Pra ti aprender a lidar com dinheiro. Fazer uma conta, tipo assim. Eu tenho que aprender tudo, né? Mas eu acho que é importante isso aí, muito. Bom, tudo que a senhora faz pra nós é importante, que a senhora faz com tanto amor que... isso preenche. Preenche os vazios, muitas coisas assim, que a gente... Pelo menos enquanto tá em aula, tá ali, todo mundo, tu desliga de outras coisas, né. Isso pra mim tá sendo muito importante.

Professora: Tu achas importante a escola ensinar matemática?

Aluna Marilene: Eu acho que a matemática na nossa vida, eu acho que serve pra tudo, né. Pra vender, e até pra fazer uma receita tu precisa da matemática, né? Que vai três xícaras de farinha, três ovos... e vai seis ovos, vamos supor. Tudo isso vai precisar da matemática né? Que tem coisas assim que a gente aprendeu com a vida e tem outras que hoje em dia pra viajar assim, num momento assim, que a gente quando viajar precisa no momento né? Quando a gente tá em casa a gente usa a matemática, mas usa sempre com tempo, e quando a gente não tem tempo pra fazer naquele momento? Aí a matemática se encaixa bem, né?

Assim como as estudantes que frequentam atualmente a EJA destacam a relevância de aprender matemática na escola, também os discentes que integraram a pesquisa de Wanderer (2001) afirmavam a importância desse aprendizado:

Aluna Rosa: Eu acho que aprender matemática é muito importante para a vida da gente! Todos precisam da matemática no supermercado, nos bancos, no comércio e até mesmo para ajudar os filhos nos temas da escola!

Aluna Maria: Olha, professora, pra mim, é muito importante saber matemática! Eu sempre tive muita dificuldade de aprender matemática na escola, mas sei que todos precisam dela.

É possível observar que as alunas entrevistadas se encontram capturadas por tramas discursivas que sustentam a necessidade e, até mesmo, a inevitabilidade da Educação Matemática. Tal ideia aproxima-se da investigação colocada em curso por Valero (2013), que examinou o enunciado “educação matemática é para todos”. Segundo sua argumentação, tal enunciado funcionaria como um dispositivo que constrói como norma a necessidade de fazer sucesso na aprendizagem de matemática. Valero (2013) ainda articula que a ideia de que conhecimentos matemáticos e científicos são importantes para o bem-estar da sociedade tornou-se bastante comum nos dias de hoje. Essa ideia remontaria ao século XX, com o surgimento da narrativa que conecta superioridade econômica e desenvolvimento da competência matemática do cidadão. Com isso, todos teriam aprendido bem a lição: pais, políticos, empresários, professores, crianças e, conforme aponta nossa pesquisa, mulheres estudantes da EJA. Nas palavras da autora:

Quem iria questionar a necessidade de cientistas, engenheiros e matemáticos para produzir o grande progresso tecnológico que fez o mundo atingir este alto ponto de desenvolvimento. – e de decadência também? A ideia de que a matemática – assim como a ciência –, com todas as suas aplicações em tecnologia, é o motor para alcançar as promessas da Modernidade e de que, portanto, seu ensino e aprendizagem são fundamentais para a constituição dos sistemas escolares de massa é tão antiga – ou nova – quanto o foi no final do século 19³⁶ (VALERO, 2013, p. 34).

36 Tradução nossa. No original: Who would question the need for scientists, engineers and mathematicians for producing the great technological progress that has made the world reach this high point of advancement – and decay, as well? The idea that mathematics – as well as science – with all its applications in technology is the motor for achieving the promises of Modernity and that, therefore, their teaching and learning are central to the constitution of massive school systems is as old – or new – as the end of the 19th century.

Portanto, pensar em um currículo escolar sem matemática tornou-se algo impossível. Durante boa parte do século XX, a preocupação principal dos matemáticos com a educação era formar uma elite intelectual altamente competente (VALERO, 2013). Essa preocupação era canalizada para a qualidade e não para a quantidade de pessoas capazes de proporcionar um conhecimento altamente valorizado a outras disciplinas das ciências puras e da crescente quantidade de campos da engenharia científica e aplicada.

Valero (2013) salienta que a ideia de que a matemática deve ser para todos é bastante recente, tendo seu início datado no final do século XX. Essa ideia viria na garupa de um pensamento que vê na matemática a chave para garantir a competitividade nacional na economia global do conhecimento. Isso, para a autora, não seria apenas uma declaração inocente de bons desejos para o futuro. Tal movimento teria a ver com uma determinada visão normativa, cuja função seria orientar propostas políticas e, sobretudo, intervenções baseadas em pesquisas para ampliar o alcance de todos a um conhecimento altamente valorizado como a matemática.

As mulheres entrevistadas reiteram que a matemática está em tudo, que é possível “enxergar” esse conhecimento em vários lugares, como no supermercado, nos bancos, na execução de receitas culinárias e, também, na escola. Isso nos leva a pensar que estão subjugadas pela compreensão de que o conhecimento matemático tudo descreve e explica, o que Walkerdine (1995, p. 225) denomina de “poder da racionalidade ocidental”, um poder “que tem concebido a natureza como algo a ser controlado, conhecido, dominado”. Como destacado por Walkerdine (1995), isso implica a supressão a toda referência externa, fazendo com que a matemática escolar se refira a qualquer coisa, como as práticas do supermercado, a venda de produtos e até mesmo as receitas, como expressaram as alunas.

Essa questão foi evidenciada no estudo de Knijnik e Wanderer (2006) quando examinaram regimes de verdade sobre a educação matemática de jovens e adultos do campo. O material de pesquisa reunia narrativas sobre a educação matemática geradas por educadores do campo do sul do país. As enunciações apontaram que os educadores entrevistados destacavam a presença do conhecimento matemático em todos os lugares, como nas práticas de medir, contar, localizar, etc., produzidas em suas atividades cotidianas. Porém, ao significarem esse conhecimento, reportavam-se à racionalidade e à gramática da linguagem da matemática escolar, ignorando as marcas que constituíam as matemáticas camponesas engendradas em seus modos de vida, “de modo que tudo ficasse em uma mesma classe de equivalência, aquela na qual reina, soberana, a matemática produzida pelos cientistas, cuja linguagem tem sido apontada como uma das metanarrativas da Modernidade” (KNIJNIK E WANDERER, 2006, p. 60).

Os estudos de Walkerdine (2004, 1995) mostram ainda que a operação que considera as linguagens que constituem a matemática acadêmica e a escolar como as supostamente “superiores” está vinculada a um mecanismo de controlar, por meio da razão, a ordem social. Dessa forma, a inferioridade do “outro” passa a ser instituída por ficções que o posicionam como “anormal” ou “irracional”:

Constantemente, o Outro ameaça o grupo dominante, e não há fim para as fantasias e ficções utilizadas para posicionar o sujeito oprimido como o Outro patológico. Argumentamos que, como a razão precisa ser vista como uma posse do “homem”, sempre haverá uma tentativa de provar que o Outro é sinônimo de falta. Na verdade, são as paranóias dos poderosos que estão em jogo aqui: o medo de que os oprimidos possam ser capazes de tomar sua posição de dominância. Esta dominação precisa ser assegurada por

estratégias psíquicas e sociais que buscam constituir os grupos oprimidos como o Outro e, então, patologizá-los (WALKERDINE, 1995, p.121).

Essa construção do “Outro”, mencionada por Walkerdine, pode ser pensada no campo da Educação Matemática ao considerar apenas uma certa forma de produzir conhecimentos – vinculada ao pensamento masculino, branco, europeu e urbano – como correta e parâmetro para a classificação das matemáticas produzidas por outros grupos culturais, que passam a ser vistos como “anormais” ou “sem raciocínio”. Esse processo, para Walkerdine (1995), é parte da estratégia de governo que vai sendo engendrada por técnicas, procedimentos e práticas que produzem as características desejáveis como normais, naturais e necessárias, ao mesmo tempo em que definem o raciocínio dos “outros” “de uma forma que ele tem de ser lido como ruim” (WALKERDINE, 1995, p. 216).

Nas pesquisas que realizamos, pudemos observar que as mulheres “liam o seu modo de fazer matemática como ruim ou insuficiente”, posicionando-se como aquelas que não sabiam matemática, que não dominavam as regras que conformam os jogos de linguagem da matemática escolar. Isso ficou evidente nas entrevistas realizadas com as estudantes que participaram da pesquisa de Bocasanta (2021), como expresso abaixo:

Aluna Alda: O Diego [filho] fez durante dois anos a faculdade. Não terminou, pra variar. E ele usava bastante matemática, ele trabalhava muito com números. Diego é bom em matemática. Ele não é muito bom em português, mas em matemática ele é bom [risos]. (...) Matemática eu sempre ajudei eles a fazer. Assim, continha de menos, de mais, né, prof... Porque no primeiro ano e segundo ano, geralmente era mais... No caso, naquela época, na época que eles estudaram, que estudaram no colégio aqui pertinho de casa, era uma continha bem facilzinha, assim... Dois mais três... Então eu ajudava bastante. Aí depois o Diego [filho], como o Diego era mais velho, e aí ele aprendeu mais contas, então na época a Daniela [filha] precisou, o Diego ensinava.

Professora: O maiorzinho ensinava o menorzinho

Aluna Alda: Isso, é... E o meu marido também, né. Meu marido fez até a sétima série, então ele ensinava se o Diego não sabia alguma coisa. Mas geralmente nas continhas aqui do colégio ele se dava bem.

Aluna Eloá: Pois então, já faz 10 anos que eu vendo pra ele [um comerciante], né? Foi difícil, mas aí quando eu me perco muito eu chamo meu neto, pra me ajudar a ver as coisas marcadas. Colcha, cortina, pra ver onde tá o preço... Eu chamo meu neto, quando ele tá em casa, e quando eu tô, também.

Professora: Como que tu faz quando vai no mercado, pra saber quanto vai gastar?

Aluna Márcia: Meu esposo me ajuda, profe.[...]

Professora: E quando as crianças precisam ou precisaram ajuda pra fazer alguma continha, em algum momento tu conseguiste ajudar eles?

Aluna Márcia: Não profe, eu nunca. O meu nenê de sete anos foi descobrir que eu não sei ler agora há pouco. Porque uma vez veio atividade do colégio e meu esposo não tava em casa, tava só eu e ele no quarto e ele me perguntou que letra era aquela, o que tinha que fazer. E eu fiquei toda sem jeito, daí eu tive que falar pra ele, profe, que eu não sabia ler.

As falas indicam que as mulheres posicionam-se como aquelas que precisam de ajuda, que sozinhas não dominam situações que envolvem a matemática escolar, apenas as operações “de mais e de menos”. E o apoio passa a ser do marido ou dos filhos que são apresentados por elas como “bons em matemática”. Isso nos leva a pensar em uma ideia discutida por Walkerdine (1995), ao analisar as relações de gênero. Segundo a autora, as garotas e mulheres estão duplamente acorrentadas em nossa sociedade. De um lado, são acusadas de possuírem uma falha, um déficit em relação à racionalidade masculina e, ao mesmo tempo, como mães, são responsáveis por desenvolverem esta racionalidade nos homens e condenadas quando não conseguem. Elas precisam produzir sujeitos apropriados,

“crianças independentes e autônomas, que irão se tornar cidadãos livres e cumpridores da lei, não patológicos, nem mentalmente doentes ou criminosos”. (WALKERDINE, 1995, p. 214).

Percebemos aqui fortes vínculos com o estudo desenvolvido por Souza e Fonseca (2009) que apresenta importantes reflexões sobre as relações de gênero nas práticas de numeramento dos alunos da EJA que atuavam em uma associação de catadores de materiais recicláveis, em Minas Gerais. Tomando como referencial teórico o pensamento de Foucault e Walkerdine, as autoras examinaram entrevistas e relatos de oficinas pedagógicas, aulas e episódios ocorridos no galpão da referida Associação. No escrutínio do material, perceberam um enunciado circulando entre os sujeitos: “Homem é melhor em matemática do que mulher”. Em sua análise, Souza e Fonseca (2009, p. 602-603) destacam que esse enunciado pertence ao campo da racionalidade cartesiana:

Esse caminho da razão constitui e reativa o aparecimento do enunciado de que “Homem é melhor em matemática do que mulher”, porque promove a homogeneização de um certo modo de raciocinar, tomado como forma universal de compreender, universalidade que nega as diferenças. Ao apoiar-se nessa racionalidade cartesiana, esse discurso produz um tipo de masculinidade na qual o valor do homem racional deve ser constantemente reafirmado de muitos modos; e, desse valor, excluem-se a sensibilidade, a afetividade, as incertezas, as quais se distanciam dos caminhos da razão, identificando-as como “características das mulheres”. Produz-se, assim, nesse discurso, um tipo de homem como categoria fixa e universal. Por sua vez, produz-se, também, um tipo de mulher, que, por não “ser” detentora dessa racionalidade de matriz cartesiana, é posicionada nesse discurso como irracional, dada à afetividade, emotiva, portanto, pouco afeita aos caminhos da razão, incapaz de fazer matemática, sendo, assim, “sujeitada a ação de um outro” em suas práticas de numeramento.

Seguindo as autoras, diríamos que o enunciado examinado por elas se apoia em outros tantos que circulam em nossa sociedade vinculando-se às posições subalternas que as mulheres ainda ocupam no mundo do trabalho, na escola e na sociedade. Na pesquisa de Wanderer (2001) isso ficou bem evidente. As alunas Rose e Telma enfatizam que:

Aluna Rose: Eu ainda tenho alguns problemas deste tipo como: alguns pensam que trabalhar fora, no comércio, indústria e outras coisas é serviço para homens. Lugar de mulher é em casa, cuidando da comida, casa, filhos,... Para estudar ou fazer um curso para qualificação de mão-de-obra é bobagem e não dão valor.

Aluna Telma: Pois é, né, como eu disse, porque eu não tive oportunidade de estudar. Meu Deus do céu! Era tudo que eu queria na vida, mas então, meu pai, sabe, na cabeça dele não valia a pena. Sei lá, porque a gente morava longe, tinha que pegar ônibus, e guria, sei lá, ele tinha aquela mentalidade.

Nas entrevistas realizadas por Wanderer (2001) sobre possíveis mecanismos de discriminação de gênero nos locais de trabalho foram expressas as seguintes enunciações: “Sobre discriminação? Sobre a mulher ganhar menos que o homem? Sempre” (aluna Ana); “Eu vivi isso na minha própria casa! Meu ex-marido não me deixava trabalhar, estudar,...” (aluna Roberta); “Quando eu trabalhei no empacotamento no caixa da IMEC [supermercado] alguns anos atrás, ganhava um quarto a menos que os empacotadores masculinos, para fazer o mesmo serviço,...” (aluna Rita).

A análise efetuada sobre os sentidos atribuídos pelas mulheres à matemática escolar evidenciou, como expresso até aqui, duas recorrências que estão entrelaçadas. Por um lado, as alunas afirmam que a matemática escolar é um saber necessário e que deve ser ensinado

na escola. Por outro, narram-se como aquelas que têm “dificuldades” na aprendizagem dessa disciplina, posicionando os homens como os detentores desse conhecimento. O que chama nossa atenção é que os resultados encontrados nas duas pesquisas, mesmo realizadas em um intervalo de 20 anos, seguem praticamente os mesmos, reforçando a necessidade de discutirmos ainda essas questões em nossas salas de aula.

3. Possibilidades pedagógicas

Nesta seção, que encerra o capítulo, temos o propósito de apresentar algumas possibilidades pedagógicas capazes de romper ou problematizar junto aos estudantes da Educação Básica os achados de nossas pesquisas, discutidos na seção anterior. Uma delas seria mostrar aos alunos que a matemática envolve um conjunto de jogos de linguagem que vai além daqueles ensinados nas escolas e academias. Ou seja, que há saberes e práticas matemáticas produzidas em vários locais, como no trabalho, nas relações sociais, na mídia e também na escola.

Ao invés de nos questionarmos sobre como podemos ensinar melhor a “Matemática oficial”, aquela que aparece nos livros didáticos, nosso trabalho como educadoras pode ser mais interessante e até proveitoso para nossos alunos se buscássemos resgatar, problematizar e valorizar as suas práticas matemáticas. Assim, compreendemos que trabalhos pedagógicos inseridos na Etnomatemática podem não somente proporcionar o resgate das práticas matemáticas vivenciadas por um grupo, mas permitem também que estas práticas sejam problematizadas, analisando aspectos sociais, culturais e as relações de poder que permeiam a sociedade em que vivemos.

Outra questão diz respeito às discussões sobre as relações de gênero que se fazem presentes em nossas escolas e na sociedade, as quais podem ser tomadas como objeto de estudo nas aulas de matemática. Nesse sentido, apresentaremos duas experiências pedagógicas realizadas com alunos da EJA que podem nos mobilizar a discutir questões sociais, políticas e culturais nas aulas de Matemática.

3.1 O filme como disparador de discussões de gênero

O trabalho de Wanderer (2001) mostra as potencialidades de uma experiência pedagógica envolvendo um filme: *Uma Mulher contra todos* (Abril Vídeo). A escolha de um filme justificou-se por sua grande influência na vida dos alunos. Se até pouco tempo os produtos da mídia eram vistos como fontes “inocentes” de entretenimento e de diversão, atualmente eles têm merecido uma análise bem mais densa na pesquisa educacional, principalmente aquelas amparadas nos Estudos Culturais.

“Uma Mulher Contra Todos” é um filme que conta a história de uma mulher estadunidense, Michaela, branca, de classe média, magra, cabelos loiros e olhos verdes, assim como usualmente são apresentadas as personagens principais de um filme romântico. A história se passa em torno do ano de 1870. As primeiras cenas do filme são as lembranças de Michaela sobre a sua infância. Era a caçula de sua família, tendo mais quatro irmãs. Ela afirma que seu pai, como cientista, esperava que ela fosse o filho homem que ele tanto queria, por isso seu nome já estava escolhido: Michael. O desejo de seu pai justificava-se pelo fato de ser médico e de que, naquela época, só um filho homem poderia prosseguir sua carreira. Mesmo com todos os inconvenientes possíveis a uma mulher, como o de não ser

aceita na primeira faculdade de medicina que procurou, Michaela se torna médica. Dessa forma, o filme reproduz a ideia da incapacidade da mulher em exercer funções socialmente atribuídas aos homens, como a medicina.

Michaela, depois de formada, passou a clinicar junto com seu pai. Com a morte dele, os pacientes desaparecem. Aqui o filme apresenta uma mulher que, quando perde o apoio de um homem, quando deixa de ser uma “assistente”, fica incapacitada de exercer esta profissão. Conta-se, dessa forma, mais uma história, mais uma ficção a respeito da incapacidade da mulher perante os homens, que vai se tornando “verdade”. Sabendo de uma oportunidade de emprego em uma cidade pequena do Colorado, Michaela candidatou-se para esta vaga e foi aceita. Cabe assinalar que ela só foi aceita por um erro do responsável pelo telégrafo da cidade ao escrever seu nome: ao invés de Michaela, ele escreveu Michael.

Quando Michaela se aproxima da cidade onde irá clinicar, a presença de uma grande extensão de lama no chão, mesmo com o céu azul, indica claramente a representação que é feita no filme de uma cidade do interior. São imagens que contrastam e, ao mesmo tempo, representam o atraso, o déficit de uma cidade interiorana perante um centro urbano. Chegando à cidade, após cair na lama em função do vestido que está usando, Michaela logo procura pelo reverendo (o responsável por sua contratação). Ele se surpreende ao vê-la, pois todos esperavam um homem. Logo afirma que ela não poderá clinicar, pois, segundo ele: “não há mulheres solteiras respeitáveis na cidade”. Além disso, “nunca houve uma mulher médica”. O filme produz, assim, a ideia de que apenas mulheres casadas, que vivem com um homem, são consideradas respeitáveis.

Michaela decide permanecer. Encontra auxílio em Charlotte, a parteira da cidade, que se torna sua grande amiga. Charlotte logo a avisa: “a única medicina permitida aqui para mulheres é ser parteira”. Além disso, segundo ela, Michaela precisaria de muita sorte “por ser mulher, médica e solteira”. Novamente, é produzida a discriminação profissional das mulheres. O homem, no filme, tem o direito de ser médico, profissão legitimada que recebe um grande destaque na sociedade, enquanto a mulher tem o direito de ser apenas uma parteira, função que não recebe a mesma legitimação e reconhecimento profissional.

Na procura de um local para seu consultório, Michaela conhece Sully, um homem branco, de olhos azuis, que, após a perda de sua esposa e filho, vai morar com os índios, lutando junto a eles. Sully passa a ser então o protetor e o grande amor de Michaela. Homem de poucas palavras, surge em muitas situações em que ela está em perigo, como na cena em que ela entra em um bar para tratar uma das prostitutas e é agredida por um grupo de homens. Ele aparece para “salvá-la”. Dessa forma, o filme representa a mulher como incapaz de se defender, precisando, para sua sobrevivência, do auxílio de um homem.

Se, no início da história, Michaela apresenta características tão diferentes dos habitantes da cidade, aos poucos ela vai deixando de usar seus vestidos mais sofisticados, de arrumar tão bem seus cabelos e vai incorporando os hábitos dos moradores, aprendendo até mesmo a andar a cavalo. Ou seja, para ser aceita no grupo do qual não fazia parte, ela precisava mudar seus hábitos para incorporar aqueles dos habitantes locais. Isto mostra como muitos grupos, ao não terem sua cultura aceita, legitimada, muitas vezes precisam apagá-la e esquecê-la a fim de incorporarem a dos grupos dominantes, a legítima.

Em uma das cenas finais, Michaela toma conhecimento que o reverendo pôs um anúncio pedindo um outro médico para a cidade. Porém a história toma outro rumo. Suas atividades profissionais passam a ficar ausentes do filme. Não se sabe se outro médico virá para a cidade ou não. Só fica uma certeza: Michaela conquista um lar, filhos e um amor.

Como ela mesma afirma na última frase do filme: “Vim para ser uma médica, mas encontrei mais do que isto, encontrei uma família, um lar e, no Natal, a dádiva do amor.” Dessa forma, Michaela deixa de assumir sua profissão para assumir papéis que são atribuídos às mulheres naquela sociedade, como cuidar de casa, ter filhos e um grande amor. Ou seja, o que o filme produz no seu final é uma mulher que, mesmo tendo ido em busca do reconhecimento profissional, encontra o que importa realmente: “o amor de um homem, capaz de lhe dar proteção, filhos e um lar”.

Se o título *Uma Mulher Contra Todos* supõe que se trata de uma história a respeito de uma mulher que busca lutar por seus sonhos e desejos, o herói passa a ser o homem, Sully, pois é ele que protege os grupos subordinados, como os indígenas, as mulheres e as crianças. Ele é representado como o herói das crianças, que convive com os indígenas, lutando junto a eles, e protege Michaela, dando-lhe uma casa para morar e clinicar quando todos da cidade a rejeitam. O papel da mulher é representado neste filme como dependente do homem. Se, no início, ela clinicava apenas por ter um homem ao seu lado, o pai, quando este não lhe protege mais, ela passa a buscar outro homem que a proteja através do amor.

Os alunos que integraram o estudo de Wanderer (2001) não destacaram muitas destas questões quando o filme foi discutido em sala de aula. O que todos salientaram foi a luta da personagem para mostrar sua competência e ser reconhecida como médica. Porém nenhum deles observou como ao longo do filme esta personagem foi deixando de assumir sua profissão de médica para incorporar papéis que foram construídos para as mulheres, como cuidar dos filhos, da casa e ter um relacionamento afetivo com um homem.

Essas discussões foram mobilizadas a partir de um trabalho pedagógico envolvendo análise de reportagens de jornais e revistas sobre as discriminações de gênero em nossa sociedade. Assim, os alunos puderam examinar os gráficos e as tabelas das matérias selecionadas ao mesmo tempo em que refletiam sobre os dados e as questões de gênero.

3.2 A sala de aula vai para cozinha: discutindo temas culturais e matemática ao redor da mesa

Outra possibilidade que trazemos ao texto diz respeito a uma experiência realizada com uma turma de alunos dos Anos Iniciais da EJA de uma escola pública federal de Porto Alegre-RS (BOCASANTA E OLIVEIRA, 2021). Nascido de uma visita a uma exposição no Museu da UFRGS, que tematizava relações entre alimentação e migração a partir de cadernos de receitas e utensílios de cozinha utilizados por diferentes grupos étnicos que formaram o povo brasileiro, o projeto realizado levou a sala de aula para a cozinha da escola. Após a visita ao museu, o grupo de estudantes, formado naquele momento apenas por homens, foi desafiado pela professora para que cada um ensinasse aos demais uma receita de família.

Ao comentar a obra de Pennac, Masschelein e Simons (2017, p. 34) argumentam que o professor tem capacidade de “libertar” seus alunos, ou seja, de permitir aos estudantes “se separarem do passado (que os oprime e os define em termo de [falta de] habilidade/ talentos) e do futuro (que é ao mesmo tempo inexistente ou predestinado e, portanto, se dissociarem temporariamente de seus ‘efeitos’”. Nesse sentido, caberia ao docente garantir que a cada lição um “alarme disparasse”. Um alarme que deveria fazer com que os alunos saíssem tanto do “pensamento ilusório”, aquele que os aprisiona em narrativas de fracasso,

como “não posso fazer nada”, “por que tentar?”, quanto dos contos de fada inversos, como “tenho que fazer isso”, “isso é adequado pra mim”, etc. (MASSCHELEIN E SIMONS, 2017).

Assim, a ideia inicial que guiou essa prática pedagógica era que cada estudante ensinasse aos colegas uma receita de família. Tal processo seria filmado, visando a edição de um vídeo a ser compartilhado entre alunos e familiares. Buscava-se com isso, subverter algumas narrativas que muitas vezes os definiam e eram por eles repetidas: “eu não consigo aprender”; “eu não sei nada”. Desse modo, os discentes eram convidados a ensinar algo que sabiam bem e a entender que não dominar alguma coisa – no caso, algum conhecimento escolar – não significava não saber nada.

As primeiras atividades realizadas após a saída de campo para o museu demandaram o registro escrito das receitas de família que os alunos dominavam e que existiam apenas na oralidade. Antes de cada aula na cozinha, também era necessário fazer com os estudantes a lista de supermercado referente à receita a ser preparada. Ali, algumas práticas matemáticas já eram postas em curso, pois a escrita das receitas e das respectivas listas de compras demandava o registro numérico de quantidades, bem como, alguns cálculos simples. Estimativas, diferentes unidades de medida, noções de frações e de tempo, adequação de quantidades em relação ao número de pessoas que consumiriam as refeições, sistema monetário, cálculo de valores, entre outros conhecimentos matemáticos acabavam sendo explorados antes mesmo das aulas na cozinha. Durante a realização das receitas, as estratégias matemáticas dos alunos acabavam sendo tematizadas, assim como, discutia-se o que significavam os números presentes nas embalagens dos produtos utilizados, tais como, aqueles que representavam a data de validade, o peso, e a composição nutricional do que ia ser consumido. Os números que compunham as notas do supermercado também foram alvo de discussões na sala de aula que havia sido levada para a cozinha. Foi interessante notar, inclusive, o assombro de um estudante ao reconhecer na nota do supermercado o horário em que a compra havia sido feita: “mas professora, tu saiu tarde da escola e ainda passou no mercado para comprar as coisas da nossa receita!”.

No entanto, outras discussões ocorreram, para além de conteúdos escolares. Assim, no dia em que preparava o bolo “quindão da vovó”, receita passada de geração em geração pela sua família, o aluno Rafael relatou algumas passagens de sua infância:

Aluno Rafael: A gente vendia rapadura no sinal. Meu vô que fazia pra gente vender. Mas tem um segredo pra render o coco.

Professora: Ah! Agora tu vais ter que contar esse segredo!

Aluno Rafael: Isso aí é segredo, profe. Isso aí não dá pra falar.

Professora: Ah não! Como é que faz rapadura? Pra render o coco?

Aluno Rafael: Mamão verde. Se rala ele.

Professora: Tu pegas o mamão ou tu pegas... não entendi se é o mamão ou se é o caule.

Aluno Rafael: O caule do mamão verde.

Professora: E aí tu tiras a casca...

Aluno Rafael: Tira a casca verde e fica o talo branco. Rala bem ralado. E depois mistura no coco ralado e queima. Pra fazer cocada. [...] O caule dá pra comer. Fica com quase que nem o gosto do coco ralado.

Podemos observar aqui, a descrição de memórias ligadas ao trabalho infantil, que desviou esse estudante da escola muito cedo. Tal temática virou depois mote para a discussão dessa realidade, vivida ainda hoje por grande parte das crianças brasileiras. Ao sentir-se à vontade perante o grupo, Rafael fez a confissão de uma transgressão que colocava em curso junto ao seu avô e que resultava num maior rendimento da matéria-

prima das cocadas vendidas, e com isso, um maior lucro. De forma análoga, o estudo de Bocasanta e Knijnik (2012) apontou que o grupo de crianças catadoras de resíduos sólidos para reciclagem que participou de sua investigação também realizava alguns movimentos visando lucros maiores na venda do que coletavam. Assim, era comum entre suas práticas, aumentar o peso amassando latinhas de alumínio com pedrinhas em seu interior, colocando água dentro de garrafas pet ou ainda, camuflando entre folhas de papelão secas, algumas previamente molhadas.

A partir do pensamento foucaultiano, as autoras definiram essas estratégias como movimentos de contraconduta, isto é: “[...] movimentos que [...] procuram, eventualmente em todo caso, escapar da conduta dos outros, que procuram definir para cada um a maneira de se conduzir [...]” (FOUCAULT, 2008, p. 257). Do mesmo modo que aquelas crianças, que, para satisfazer suas necessidades de consumo subvertiam algumas regras, Rafael e seus familiares também colocavam em curso estratégias que ajudavam a garantir suas precárias existências.

O preparo das receitas e o trabalho pedagógico que ali se gestava era também pretexto para outras conversas, que eram gravadas e posteriormente transcritas. Em uma dessas aulas, por exemplo, quando a professora comentava sobre as técnicas de conservação da carne de porco nos tempos em que não havia geladeira, conforme aprendido com a sua avó, os alunos completavam: “nós matava um porco lá em casa, dava seis latas daquela, de banha. Dá 120 quilos de banha de porco. Aí tu fritava lá todas aquelas carnes e guardava dentro. Depois de dois, três meses puxava aquela carne e bah... muito bom, demais!” (Aluno Mário). Esse processo, como o aluno salientava, era indispensável, pois “não existia [geladeira] naquela época. Nem luz. Lá pra fora não tinha luz” (Aluno Mário). Do mesmo modo, algumas dessas falas registradas nessas aulas realizadas entre panelas e frigideiras também suscitaram discussões acerca de relações de gênero, bem como, de educação das relações étnico-raciais:

Aluno Mário: Na nossa época, negro não dançava em baile de branco de maneira nenhuma. Nós tinha o baile de branco e o baile de moreno. Se tu não fosse filha de pai casado, fosse filho de mãe solteira, não dançava e também não participava de... a sociedade não te aceitava também.

Professora: Se a tua mãe não ficasse com teu pai...

Aluno Mário: Era considerada, se fosse filha de uma mãe solteira, entendeu? Se os pais não fossem casados, a filha, o filho, coisa assim, era discriminado, entendeu? Ficava fora da sociedade, não entrava num baile, não fazia nada. Não podia participar das coisas, era filho de... só faltava dizer que era filho de uma prostituta.

Professora: Então, se um casamento não dava certo, um filho sofreria o resto da vida, não interessava?

Aluno Mário: O resto da vida.

Professora: Que absurdo!

Aluno Afonso: Se uma mãe fosse levar uma filha num baile, uma família, se tinha um negro, ela ia embora junto com as filhas, não deixava assim... não entrava no baile.

Professora: Se tivesse um negro no baile, a mãe ia embora?

Aluno Afonso: É... não entrava.

Professora: Mas por quê?

Aluno Afonso: Porque era racista mesmo.

Professora: E isso era normal? Era aceito?

Aluno Mário: Sim... era aceito. Com certeza.

Aluno Afonso: Era normal.

O excerto acima transcrito provocou, mais adiante, discussões que envolveram relações de gênero e educação das relações étnico-raciais, direcionando a realização das práticas pedagógicas de sala de aula. Dentre algumas dessas atividades, pode-se citar que o projeto foi ampliado, visando conhecer um pouco das origens do nosso povo e as influências indígenas e africanas na culinária brasileira. Esse trabalho possibilitou, também, o conhecimento de aspectos históricos e da culinária do Haiti, a partir da presença de um professor universitário e de uma médica haitianos, convidados para ministrar uma das aulas. As questões de gênero guiaram a exploração de alguns títulos de autoria negra feminina, como aqueles escritos por Conceição Evaristo e Carolina Maria de Jesus.

Dito isso, é possível retomarmos a afirmação que antes trazíamos a essa escrita, de que, ancoradas em uma perspectiva etnomatemática, as aulas de matemática na EJA podem ser muito mais do que números, cálculos ou regras advindas do que se convencionou chamar de matemática escolar. Elas podem se constituir em espaço de escuta, valorização, reconhecimento do outro (e de seus saberes) e de discussões de diferentes temas pertinentes à sociedade atual, como as relações de gênero.

Referências

BOCASANTA, Daiane Martins. *Relatório parcial da pesquisa Tecnocientificidade, Matemática e Educação de Jovens e Adultos*. Porto Alegre: COMPESQ/CAP/UFRGS, 2021.

BOCASANTA, Daiane Martins; KNIJNIK, Gelsa. Escola e sociedade de consumidores: um estudo com crianças catadoras. *Educ. Rev.*, Belo Horizonte, v. 28, n. 04, p. 195-222, dez. 2012. Disponível em http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982012000400008&lng=pt&nrm=iso Acesso em: 07 out. 2021.

BOCASANTA, Daiane Martins; OLIVEIRA, Gielli Vieira de. A sala de aula vai para a cozinha: ensinando e aprendendo com alunos da EJA. In: SILVA, Ana Lúcia Gomes da; CORDEIRO, Janivaldo Pacheco (orgs.) *Coletânea Profissão Docente na Educação Básica: práticas docentes no cotidiano escolar* [recurso eletrônico] 1. ed. v. 5, Curitiba: Brazil Publishing, 2021, p. 351-369. Disponível em: <http://gpdiverso.uneb.br/novo/wp-content/uploads/2021/07/Livro-5-Pr%C3%A1ticas-docentes-no-cotidiano-escolar-forweb.pdf> Acesso em: 07 out. 2021.

CHASSOT, Attico; KNIJNIK, Gelsa. Conversando com Ubiratan D'Ambrosio. *Episteme*, Porto Alegre, v.2, n.4, p. 9-25, 1997.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Educação Matemática*. Da teoria à prática. 2ª ed. Campinas: Papirus, 1997.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática: Arte ou técnica de explicar e conhecer*. São Paulo: Ática, 1993.

FOUCAULT, Michel. *Microfísica do poder*. Rio de Janeiro: Edições Graal, 2003.

FOUCAULT, M. *Segurança, território e população: curso dado no Collège de France (1977-1978)*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

KNIJNIK, Gelsa. Regimes de verdade sobre a educação matemática de jovens e adultos do campo: um estudo introdutório. *Anais do III SIPEM – Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*. Águas de Lindóia, SP, outubro de 2006.

KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda. “A vida deles é uma matemática”: regimes de verdade sobre a educação matemática de adultos do campo. *Revista Educação Unisinos*. São Leopoldo, volume 4, n.7, jul/dez 2006. p.56-61.

MASSCHELEIN, J., SIMONS, M. *Em defesa da escola: uma questão pública*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2017.

SOUZA, Maria Celeste Reis Fernandes; FONSECA, Maria da Conceição Ferreira. Discurso e “verdade”: a produção das relações entre mulheres, homens e matemática. *Estudos Feministas*, Florianópolis, 17(2): 595-613, maio-agosto/2009

VALERO, Paola. Mathematics for all and the promise of a bright future. *Papers for the CERME 8 Conference, Turkey*, 2013, p. 1-10. Disponível em: <http://vbn.aau.dk/files/76731132/WG10_Valero.pdf>. Acesso em: 06 out. 2021.

WALKERDINE, Valerie. Diferença, cognição e educação matemática. In: KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda; OLIVEIRA, Cláudio Jose. *Etnomatemática, currículo e formação de professores*. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004. p.109-123.

WALKERDINE, Valerie. O raciocínio em tempos pós-modernos. *Educação e Realidade*, 20 (2), 1995. p.207- 226.

WANDERER, Fernanda. *Educação de Jovens e Adultos e produtos da mídia: possibilidades de um processo pedagógico etnomatemático*. Dissertação (Mestrado em Educação). São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2001.

9

CULTURA SURDA E O ENSINO DE MATEMÁTICA: DISCUSSÃO DE ALGUNS ESTUDOS EFETIVADOS

Ronan Guimarães Cardoso³⁷

Daiane Kipper³⁸

Maria de Fátima Nunes Antunes³⁹

Marli Teresinha Quartieri⁴⁰

Resumo: No ensino da matemática para alunos surdos, cabe ao professor de Libras oportunizar um ensino produtivo ao aluno surdo. Para tal, é preciso compreender metodologias que possibilitem a relação entre a Matemática e a cultura surda, tornando significativo o processo de aprendizagem do surdo. Este capítulo é recorte da dissertação de um Mestrando Surdo intitulado “Ensino de frações para alunos surdos na perspectiva da etnomatemática: a experiência em um laboratório de atendimento educacional especializado”. Assim, será discutido sobre o ensino da matemática para alunos surdos na perspectiva da cultura surda, socializando estudos já efetivados sobre essa temática, que possibilitaram a compreensão conceitual da pesquisa do Mestrando. Como resultados, o texto ressalta a importância de reconhecer e respeitar a cultura surda ao ensinar matemática para alunos surdos. Isso envolve o uso da Libras, a consideração das diferenças linguísticas e culturais, a adoção de metodologias diferenciadas e o apoio de profissionais de tradução e interpretação de Libras.

Introdução

A sociedade atual caracteriza-se pela inter-relação cultural, que abarca novos olhares sobre interpretações, comunicação, realidades, histórias e verdades. Nessa perspectiva, os surdos “[...] têm características culturais que marcam seu jeito de ver, de sentir e de relacionar-se com o mundo, pois a cultura do povo surdo é visual” (GESSER, 2009, p. 54). Com base nessas questões culturais, o presente texto se apresenta como recorte de uma pesquisa (CARDOSO, 2023), que foi desenvolvida por um professor surdo, focada e planejada para ser desenvolvida com conteúdos relevantes para a independência das pessoas surdas, considerando o cotidiano desses alunos.

Os alunos envolvidos na referida pesquisa, foram três alunos surdos do Ensino Fundamental (um do 4º ano, um do 5º ano e um do 8º ano), onde foi utilizada a Sala de Recursos Multifuncionais, numa escola do município de Guarantã do Norte, em Mato Grosso. A escolha dos alunos ocorreu, por eles serem todos os alunos surdos da escola. Nesse sentido, o presente capítulo tem por objetivo discutir o ensino da matemática para alunos surdos na perspectiva da cultura surda, socializando estudos já efetivados sobre essa temática, que possibilitaram a compreensão conceitual da pesquisa do Mestrando.

De acordo com Gesser (2009), o surdo também compartilha outras culturas, como a do ouvinte. Afinal, a cultura é flexível, produtiva, dinâmica, plural e está em constante

37 Mestre em Ensino de Ciências Exatas – Univates; ronan.guimaraes@universo.univates.br

38 Doutora em Educação – UNISC; daiane.kipper@univates.br

39 Mestre em Ensino de Ciências Exatas – Univates; maria.antunes@universo.univates.br

40 Doutora em Educação – UNISINOS; mtquartieri@univates.br

transformação. Entende-se que “a cultura é um campo de produção de significados no qual os diferentes grupos sociais, situados em produções diferentes de poder, lutam pela imposição de seus significados à sociedade mais ampla” (SILVA, 1999, p. 134).

Aliado a essas ideias, Sá (2010) esclarece que a linguagem falada é serial e sequencial, alicerçada em segmentos fonéticos que se seguem. Já a língua de sinais não tem uma sequência; ela envolve formas visuais e espaciais da gramática, tem aspectos de duração que são feixes simultâneos de características concorrentes. Ainda, para Sá (2010, p. 102), “os estudos culturais centram-se na análise da cultura como forma global de vida ou como experiência vivida de um grupo social”. A autora destaca que “a cultura surda é entendida como um campo de luta entre diferentes grupos sociais, em torno da significação do que seja a surdez e os surdos no contexto social global” (SÁ, 2010, p. 103-104).

Em relação à língua de sinais, Sá (2010) comenta que ela é parte integrante da experiência da comunidade surda, que é submetida à significação social. O autor argumenta que está provado cientificamente que a língua de sinais é um sistema de linguagem rico e independente; trata-se de uma língua polissintética desenvolvida, estruturalmente autônoma se comparada com outras línguas faladas; por isso, diversos pesquisadores reconhecem a natureza completa da Libras.

Em nível nacional, é relevante compreender que para a comunidade, é necessário o contato linguístico entre as pessoas surdas, para que a cultura surda e a Língua Brasileira de Sinais possam ser disseminadas na comunidade brasileira. Devido às diferenças regionais da língua de sinais, é relevante realizar estudos para o registro dos sinais e das questões culturais surdas, de cada comunidade. O registro da língua de sinais, ou seja, dos sinais produzidos para diferentes áreas de conhecimento é importante para as pessoas surdas inseridas em escolas e em Instituições de Ensino Superior, a fim de propiciar-lhes o acesso à tradução de Libras para a Língua Portuguesa e vice-versa.

A cultura surda não pode ser vista como forma única, mas como culturas surdas, pois existem pessoas surdas com diferentes gostos, pensamentos, acessos a meio culturais e níveis de instrução. De acordo com Souza (2018), mesmo que a surdez identifique a cultura surda dando-lhe identidade, há diferenças entre eles, pois vivenciam fenômenos distintos e adquirem valores de outras comunidades, como o surdo índio, o surdo homossexual, o surdo da cidade e da área rural. Para Fantinato (2009, p. 4), “os pesquisadores que trabalham nessa perspectiva, ao procurarem compreender os modos de lidar matematicamente com o mundo de outros grupos socioculturais, vêm enfrentando questões e desafios teórico-metodológicos próprios”.

Assim, o presente capítulo, discute sobre o ensino da matemática para alunos surdos na perspectiva da cultura surda, socializando estudos já efetivados sobre essa temática. O mesmo está dividido em quatro seções: Introdução; Ensino de Matemática na perspectiva da cultura surda; Alguns estudos sobre a Matemática para alunos surdos; Considerações finais.

Ensino de Matemática na perspectiva da cultura surda

No decorrer da história humana, a educação vem priorizando a inserção de vários e diversos grupos sociais nos ambientes escolares, geralmente por meio de processos impositivos, em que normas e regras determinam os indivíduos que têm acesso às instituições de ensino. Esta premissa, de acordo com Bueno (2021) trouxe desdobramentos

na organização escolar e reproduz o que hoje é percebido como práticas de ensino excludentes.

Quanto à Matemática, D'Ambrosio (1998) comenta que a sua importância foi efetivada no sistema escolar com o avanço da ciência moderna e da tecnologia, especialmente, a partir do século XVIII, conquistando um importante espaço na educação. O referido autor ressalta que o ensino da Matemática teve impulso a partir da obra de Felix Klein. Nesse mesmo período, a Educação também determinou a Matemática como uma disciplina acadêmica.

Para D'Ambrósio (1998), o componente curricular chamado Matemática apresenta características universais, pois é o único que chegou às instituições de ensino atingindo caráter de universalidade. Desse modo, a mesma Matemática é ensinada no mundo todo, com apenas algumas variantes nas estratégias de ensino, para atingir um conteúdo abordado de forma universal. Segundo o referido autor, a Matemática é a única disciplina, que vem sendo ensinada do mesmo modo, para todas as crianças do mundo.

Kipper (2015) alude que a Matemática, enquanto componente curricular, prescreve conteúdos, estabelecendo a forma como vamos interagir com eles. O modo como é trabalhado este componente é herança deixada pelo projeto da Modernidade. De acordo com Kipper (2015), a universalidade da Matemática tem como propósito que a sua escrita seja entendida em qualquer parte do mundo; logo, ela está na contramão da língua de sinais, que apresenta variações regionais e locais, atreladas às questões sociais, históricas e culturais.

No contexto da Educação de Surdos, devem ser levadas em consideração as especificidades dos alunos surdos, sempre que eles apresentem dificuldades para compreender algum conceito, inclusive no âmbito da matemática. É importante compreender que a aprendizagem da matemática para alunos surdos ocorre por meio da língua de sinais, pois a primeira língua do sujeito surdo é a Libras.

Destaca-se que em contextos de inclusão, o surdo tem direito ao intérprete de Libras, pois de acordo com o Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005, as escolas devem ser providas com tradutor e intérprete de Libras – Língua Portuguesa (BRASIL, 2005) para a acessibilidade de pessoas surdas. Nesse sentido, Pinto e Fonseca (2021, p. 37) enfatizam que em ambientes “que todos falam a língua portuguesa e somente o intérprete domina a Libras, o surdo interage unicamente com esse profissional em sua própria língua”, ao que é fundamental a presença desse profissional.

Há, entretanto, que considerar que o indivíduo surdo constitui o desenvolvimento de seus aspectos cognitivos, entre os quais o conhecimento matemático, através de experiências majoritariamente visuais. Essas experiências devem ser constituídas através das interações, interlocuções e a construção de significações nas situações criadas no ambiente familiar, social e escolar (VIANA; BARRETO, 2014, p. 32).

Com base no excerto e pensando na perspectiva do professor surdo, o ensino da matemática para alunos surdos ocorre com base na percepção visual, pois os alunos surdos são visuais; logo, o significado das coisas é construído por meio deste canal. Há também costumes e formas de matematizar, oriundos do contexto familiar e do conhecimento matemático construído no ambiente escolar, na disciplina de Matemática, por meio do processo de aprendizagem.

Viana e Barreto (2014), citam os estudos de Zarfaty, Nunes e Bryant realizados, em 2004, com crianças surdas, apresentando duas conclusões. A primeira, que as crianças

surdas não apresentaram problemas com a representação do número. A segunda, é que as dificuldades das crianças relativas à representação do número podem estar diretamente relacionadas “à exposição a um número restrito de experiências ou dificuldades de compreenderem aspectos culturalmente transmitidos quanto ao conhecimento matemático” (VIANA; BARRETO, 2014, p. 45).

Considerando as conclusões das referidas autoras, é importante que o professor compreenda que o contato e interações com alunos surdos contempla o aprendizado visual por meio da língua de sinais.

Dentro desse contexto de interações e aprendizagem informal, o desenvolvimento da percepção visual não pode ser desprezado no processo de emancipação da pessoa com surdez, que é, antes de tudo, um ser visual, e tudo o que aprende é a partir desse tipo de experiências. Esse é, portanto, um fator facilitador de todas as ações de aprendizagem e diálogo com esse alunado e de aproveitamento dos momentos informais como fonte de aprendizagem (VIANA; BARRETO, 2014, p. 46).

Nessa mesma linha argumentativa, Nogueira e Zanquetta (2013, p. 39) ressaltam que a escola não deve apenas “limitar-se a ‘traduzir’ para a Língua de Sinais, metodologias, estratégias e procedimentos da escola comum, mas deve continuar a preocupar-se com a organização de atividades que proporcionem o salto qualitativo no pensamento dos surdos”. Segundo as autoras, o ensino da matemática não pode ficar restrito às traduções para Libras que acontecem no ambiente escolar. A matemática vai além da tradução, ou seja, a metodologia empregada pelo professor deve basear-se em estratégias diferenciadas, que prezam por atividades qualitativas e relacionadas com o cotidiano do aluno surdo.

De acordo com Vargas e Dorneles (2013), o conhecimento informal é o que ocorre espontaneamente nas relações sociais do dia a dia. Antes de entrarem na escola, as crianças vivem num mundo com várias informações quantitativas, geométricas, de probabilidade e de estimativa. Em função da diferença linguística, as referidas autoras, acreditam que crianças surdas podem ficar fora de discussões relacionadas ao contexto diário, o que limita sua exposição a oportunidades de aprendizagem matemática.

Viana e Barreto (2014) comentam sobre o fato de que há particularidades na forma como as pessoas surdas aprendem. Tal fato ocorre, porque, na aprendizagem informal, a que acontece no cotidiano, nas comunidades ouvintes, pode não acontecer entre pessoas surdas, se os pais não forem usuários da língua de sinais. Os referidos autores salientam que crianças surdas podem não ter acesso a meios de comunicação, que poderiam ser fonte de informação relacionada com a matemática. Outro fator considerado é a falta de comunicação linguística entre seus familiares e a sociedade em geral. Essa falta de comunicação pode acarretar situações da vida cotidiana, como, por exemplo, realizar uma compra na padaria ou em outro estabelecimento, sendo o cálculo para descobrir o troco corriqueiro para a maioria das crianças ouvintes, mas incomum para crianças surdas.

É importante que também nas famílias ouvintes, que têm acesso aos meios de comunicação por meio da audição, haja oportunidades para aprender matemática. Já a diferença linguística da pessoa surda reduz as possibilidades de acesso e a oportunidade de aprender ocorre num mundo limitado. Assim, D’Ambrosio (1998), em consonância com Viana e Barreto (2014), defende que o futuro da Educação Matemática não depende da revisão de conteúdo, da sua dinamização ou de uma metodologia específica. Mas, depende da posição que o professor assume frente aos seus alunos, na busca pelo conhecimento, compreendendo que a Matemática é parte integrante desse conhecimento:

“Um conhecimento que dia a dia se renova e se enriquece pela experiência vivida por todos os indivíduos desse planeta” (D’AMBROSIO, 1998, p. 14).

De acordo com Pinto e Fonseca (2021, p. 28), “aprender Matemática tem como pressupostos a capacidade de resolver problemas, compreender ideias lógicas, ter a capacidade de criar, recriar, interpretar, reinterpretar informações e transformá-las em conhecimentos”. Na perspectiva da matemática, Cardoso, Torisu e Campos (2018) enfatizam que o surdo demonstra ser crítico ao discutir a origem e a veracidade dos dados, pois eles confrontam as informações apresentadas pelos números, como gráficos, e os comparam com a realidade que os cerca, discutindo o significado dos dados expostos.

A Matemática não é uma ciência com simples procedimentos de cálculos, mas um instrumento utilizado na construção do conhecimento em diversas áreas do saber. Sendo assim, é fundamental que este conhecimento esteja ao alcance de todos os alunos, inclusive dos alunos surdos. Para Pinto, Pacheco e Lizardi (2011, p. 5),

[...] a educação matemática dos surdos precisa respeitar sua diferença na aquisição e na compreensão do conhecimento, visto que apresentam excelente memória visual. A aprendizagem do surdo pode ser embasada na experiência visual e na manipulação de objetos concretos, estimulando-o a construir recursos didáticos e assim propiciar estratégias que garantam, por meio destes recursos pedagógicos, o processo ensino-aprendizagem.

Aliado às ideias do excerto anterior, Viana e Barreto (2014) enfatizam que é fundamental respeitar a individualidade deste público. Os autores defendem que é necessária a inclusão da Libras no processo de desenvolvimento do raciocínio lógico e na construção do conhecimento do aluno, para que se promova uma comunicação interativa, interpessoal e sociocultural com o surdo. Nesta linha argumentativa, Bueno (2021) ressalta que os elementos visuais são os principais facilitadores na construção da aprendizagem dos surdos, o que significa que o uso de recursos visuais deve ser a estratégia metodológica que facilita o pensamento, a criatividade e a linguagem visoespacial.

D’Ambrosio (1998) aponta que a origem dos conhecimentos é a realidade na qual estamos concentrados, ali o conhecimento se manifesta de maneira total. Além disso, desde o nascimento, as crianças trazem conhecimentos apreendidos de suas vivências e das relações com a família, pois existe uma conexão com as diversas áreas do conhecimento, porém sem a fragmentação em disciplinas.

De acordo com Silva e Fortes (2018), há uma singularidade nos alunos surdos, que precisa ser apreendida e conhecida suficientemente pelos professores, a fim de construir argumentações didáticas sólidas e um processo de aprendizagem com êxito para o surdo. Pinto e Fonseca (2021) argumentam que é fundamental para a comunicação aprender uma língua, a fim de demonstrar o que sentimos, aprender e compreender. No caso do surdo, normalmente ele se torna interlocutor do diálogo, pois em muitas situações, ele conhece sua língua natural (Libras) e também a Língua Portuguesa, ou seja, é bilíngue.

Assim, considera-se que entender Matemática passa pela compreensão da Libras e do Português. Visto a discussão sobre o ensino da matemática para alunos surdos na perspectiva da cultura surda, na próxima sessão serão socializadas algumas pesquisas sobre a referida temática, as quais possibilitaram a compreensão conceitual e metodológica de uma pesquisa mais abrangente.

Alguns estudos sobre a Matemática para alunos surdos

Para a construção conceitual e metodológica da pesquisa do Mestrando surdo, foi realizado um levantamento na Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD), sendo encontrados oito estudos. Para o levantamento, foram utilizados os descritores: cultura surda; ensino de matemática e alunos surdos. Além dos descritores, também foi estabelecido que a publicação das teses e dissertações deveria contemplar o período entre 2015 e 2021.

Para analisar estes estudos, foi organizado um quadro (Quadro 1), destacando o objetivo e algumas observações em torno de cada pesquisa.

Quadro 1 – Estudos analisados

Referência	Objetivo e/ou Observações
PINHEIRO, Rodrigo Carlos. Contribuições do programa de etnomatemática para o desenvolvimento da educação financeira de alunos surdos que se comunicam em Libras. 2017, 284 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.	<ul style="list-style-type: none"> • Propor uma metodologia inovadora para o processo de ensino e aprendizagem em matemática, baseada nos pressupostos do Programa Etnomatemática, referente aos conteúdos de Educação Financeira para esses alunos. • Colaborar com os professores das redes de ensino para que possam promover o desenvolvimento de habilidades acadêmicas e profissionais para auxiliar os alunos surdos em sua inserção na vida produtiva e no pleno exercício de sua cidadania.
KIPPER, Daiane. Práticas matemáticas visuais produzidas por alunos surdos: entre números, letras e sinais. 2015, 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.	<ul style="list-style-type: none"> • Análise das práticas matemáticas visuais produzidas por um grupo de alunos surdos, em uma escola estadual da região do Vale do Rio Pardo, no estado do Rio Grande do Sul. • Quatro oficinas sobre frações realizadas com os alunos surdos; pareceres descritivos dos anos iniciais do Ensino Fundamental desses alunos; entrevista com a referida professora.
MOREIRA, Solaine. Ensino da matemática para surdos: uma abordagem bilíngue. 2018, 50 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino da matemática para surdos numa perspectiva bilíngue. • Pesquisa-ação na sala de recursos multifuncionais com alunos surdos. • Dificuldades com frações, jogos e materiais. • Canal no <i>Youtube</i> com aulas sobre frações e Libras.
AGAPITO, Francisca Melo. Tessituras Etnomatemáticas nos anos iniciais, na perspectiva da educação bilíngue para surdos, no município de Imperatriz/Ma. 2020, 221 f. Tese (Doutorado em Ensino) – Universidade do Vale do Taquari- Univates, Lajeado, 2020.	<ul style="list-style-type: none"> • Educação bilíngue para surdos utilizarem na Libras. • Relação da Libras de números cardinais e quantidades. • Análise específica do raciocínio matemático de surdos.
ALBERTON, Bruna Fagundes. Discursos Curriculares Sobre Educação Matemática para Surdos. 2015, 107 f. (Mestrado Educação) - Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2015.	<ul style="list-style-type: none"> • Educação Matemática e práticas de desenvolvimento de surdos em uma escola em Porto Alegre/RS. • Discussão educacional e linguística em Libras. • Cálculos e raciocínios.

Referência	Objetivo e/ou Observações
GOLAÇO, Gisele Adriana de Mello. Uma sequência didática com materiais manipulativos no ensino da matemática para alunos surdos no ensino fundamental Fase I. 2018, 149 f. (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2018.	<ul style="list-style-type: none"> • Ensino de Matemática para alunos surdos e a utilização de material concreto. • Práticas pedagógicas diferentes em sala de aula, para qualificar o ensino de Matemática.
MENDES, Rodrigo Geraldo. Surdos bem-sucedidos em matemática: relações entre seus valores culturais e suas identidades matemáticas. 2016, 123 f. (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2016.	<ul style="list-style-type: none"> • Metodologia investiga as identidades matemáticas de pessoas surdas e da cultura surda em relação com a língua de sinais. • Entrevista a partir de questionamentos e respostas a respeito da experiência inicial e perspectivas quanto à aprendizagem da Matemática.
SANTOS, Ilvanir da Hora. O Ensino das Quatro operações matemáticas para alunos surdos no ensino fundamental: Estudo de caso. 2015, 76 f. (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.	<ul style="list-style-type: none"> • Importância da comunicação visual geral e de espaço surda como abordagem na Educação Matemática com alunos surdos e seus professores. • Aquisição da linguagem Matemática

Fonte: Do autor (2021).

A dissertação de Pinheiro (2017), publicada pela Universidade Federal de Ouro Preto, tem como tema as contribuições do programa de etnomatemática para o desenvolvimento da educação financeira de alunos surdos que se comunicam em Libras. O objetivo do estudo visa contribuir para o desenvolvimento da Educação Financeira de alunos surdos que se comunicam em Libras por meio de um produto educacional. Para isso, a pesquisa apresenta a realidade do ensino e desenvolve habilidades dos alunos surdos por meio de exercícios matemáticos com base na etnomatemática, na Cultura Surda, na negociação dos significados, na utilização de atividades matemáticas com foco na Educação Financeira.

O problema de investigação apresenta a seguinte pergunta: “Como o programa etnomatemática pode contribuir para o desenvolvimento da Educação Financeira de alunos surdos que se comunicam em Libras?” (PINHEIRO, 2017, p. 7). Como resultados, a pesquisa apontou que o programa etnomatemática para o desenvolvimento da educação financeira dos alunos Surdos que se comunicam em Libras evidencia “[...] o respeito e a atenção à sua cultura, às suas vivências cotidianas, que foram relevantes para a promoção de uma relação significativa entre o conhecimento cotidiano com aquele sistematizado pela escola” (PINHEIRO, 2017, p. 7).

A dissertação de Kipper (2015), defendida pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), apresenta como tema, práticas matemáticas visuais produzidas por alunos surdos: entre números, letras e sinais. O estudo é pautado em práticas de Matemática visuais com um grupo de alunos surdos de uma escola estadual, referência em educação de surdos, da região do Vale do Rio Pardo, no estado do Rio Grande do Sul. O estudo foi realizado com alunos surdos de uma turma do 6^a ano do Ensino Fundamental. O referencial teórico se pautou nos estudos da etnomatemática e em noções referentes ao currículo escolar. O problema de pesquisa que conduziu o estudo contou com duas perguntas: Como são produzidas, por um grupo de alunos surdos, práticas matemáticas visuais? Quais implicações curriculares emergem destes modos de produção? O conteúdo de frações foi abordado em Libras no componente curricular de Matemática. Como resultado, a

pesquisadora apresentou uma discussão a respeito da criação de sinais na disciplina de matemática, sugerindo um espaço para serem organizados junto à comunidade surda.

A dissertação de Moreira (2018), defendida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Ponta Grossa, tem como tema o Ensino de Matemática para surdos numa perspectiva bilíngue. O objetivo da pesquisa foi elencar e analisar as contribuições do bilinguismo no processo de apropriação do conteúdo de frações, no 6º ano do ensino fundamental, por alunos surdos que frequentavam esta série. A pesquisa foi realizada numa Sala de Recursos Multifuncionais com alunos surdos. Inicialmente, foram feitas entrevistas com os professores de matemática, os intérpretes de Libras e os alunos surdos. Das entrevistas, emergiu que o conteúdo de maior dificuldade é frações; por isso, ele foi escolhido como tema da intervenção da pesquisa de Moreira (2018).

Na intervenção realizada, “[...] a aula é ministrada em língua de sinais e as atividades, jogos e materiais usados priorizam o aspecto visual; foram ministradas oito aulas sobre frações” (MOREIRA, 2018, p. 7). Com base nas aulas desta intervenção, foi desenvolvido um canal no *youtube* como produto educacional, com o conteúdo de frações em Libras. Como resultado, a pesquisa aponta que a intervenção foi positiva, pelo fato de os alunos surdos terem assimilado os conteúdos, por meio das atividades realizadas nas aulas.

A tese de Agapito (2020), apresenta como tema, Tessituras etnomatemáticas nos anos iniciais, na perspectiva da educação bilíngue para surdos, no município de Imperatriz/MA. A pesquisa discute como o ensino e as aprendizagens estavam se firmando, considerando que a educação bilíngue ainda estava sendo efetivada em Imperatriz/MA. O estudo objetivou investigar jogos de linguagem de um grupo específico de alunos surdos do 4º e do 5º ano e de suas respectivas professoras na Escola Municipal de Educação Bilíngue. Os procedimentos metodológicos utilizados para gerar os dados foram observações, filmagens realizadas no decorrer das aulas de matemática, excertos registrados no diário de campo, foto e materiais produzidos por oito alunos surdos do 4º e do 5º ano, e as respectivas duas professoras. A tese de Agapito (2020) aponta que, a escola pesquisada, revelou-se um espaço com abertura para a emergência de distintos jogos de linguagem, o que impulsiona outros olhares investigativos com relação a futuros desdobramentos que podem emergir da temática, entre eles, a produção de materiais centrados na cultura surda.

A dissertação de Alberton (2015) com o título “Discursos curriculares sobre Educação Matemática para alunos surdos”, objetivou analisar os discursos sobre a Educação Matemática e como eles constituem as práticas desenvolvidas neste campo de estudo, na educação de surdos, em documentos como o Projeto Político-Pedagógico para o ensino da Matemática, nas escolas investigadas em Porto Alegre/RS. Das análises realizadas, Alberton (2015) apresenta três agrupamentos: Matemática para a Cidadania; conteúdos curriculares dentro de contextos culturais e sociais; metodologias e recursos articulados com as questões culturais e centrados na Libras.

A dissertação de Golaço (2018), objetivou avaliar o impacto da utilização de materiais manipulativos no ensino de Matemática para alunos surdos do Ensino Fundamental I, por meio da aplicação de uma sequência didática. O conteúdo abordado na sequência pautou-se no Sistema Monetário, sendo utilizado o jogo “Pague Certo”, em que os alunos tiveram que mobilizar diferentes conhecimentos que construíram em sua vivência pessoal e escolar. A pesquisa foi realizada no município de Rio Claro/SP, com oito estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, tendo Libras como língua.

O estudo trouxe como resultado que a visualidade da pessoa surda pode contribuir para o ensino e a aprendizagem da Matemática, por meio de recursos que privilegiam os aspectos da visualização em Matemática. O estudo de Golaço (2018) apresentou a pesquisa como fonte de inspiração para investigações iniciais no ensino para Surdos, alinhando-se à produção de conhecimentos observada na literatura, conforme será detalhado no decorrer desta dissertação.

A dissertação de Mendes (2016), intitulada, “Surdos bem-sucedidos em Matemática: relações entre seus valores culturais e suas identidades matemáticas”, investigou as identidades matemáticas de pessoas surdas num curso superior em Licenciatura em matemática e as relações destas identidades com a cultura surda na educação da Libras. O material de pesquisa foi produzido com sete participantes surdos, por meio de narrativas que emergiram de entrevistas semiestruturadas e das respostas a um questionário em que relataram suas experiências e perspectivas sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Um dos problemas apontados na pesquisa foi decidir quais sinais têm significado no cotidiano e no campo da Matemática. Por exemplo, justificar a palavra “Divisão” por meio de um sinal que represente o conceito e seja referência em um dicionário de Matemática em português. O ensino e aprendizagem da matemática em língua de sinais foi apresentado pelos pesquisados como algo com dificuldades. Também apareceram falas dos surdos sobre o desafio de estudar matemática em contexto da cultura ouvinte e como eles conseguiram obter sucesso neste espaço.

A dissertação de Santos (2015), da Universidade Federal de Sergipe/SE, analisou o ensino das quatro operações matemáticas para alunos surdos nos anos iniciais. Os sujeitos pesquisados foram três professoras e uma intérprete de uma Escola Estadual, no município de Aracaju, referência na assistência de pessoas surdas. Um dos desafios apresentados foi a dificuldade na língua de sinais em relação à estrutura gramatical e ao processo de Educação Matemática para surdos, no ensino de matemática. Também foram apontadas reflexões sobre a forma como as quatro operações são ensinadas aos alunos surdos, na linguagem matemática e na língua materna com o sistema de símbolos e representações. O estudo ressalta que, no decorrer da prática em matemática para alunos surdos, devem ser atendidas suas especificidades.

Por meio dos estudos apresentados, é possível compreender as experiências em etnomatemática e seus desafios na construção e na intermediação do conhecimento junto a alunos surdos. Em muitas escolas públicas, o aluno surdo aprende em Sala de Recursos Multifuncionais, considerando o visual como a principal estratégia de ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que a Libras é fundamental para a construção desse processo. Percebeu-se nos estudos que ainda existem assuntos e conteúdos que podem e devem ser trabalhados na Sala de Recursos Multifuncionais para construir o conhecimento, tais como o sistema monetário brasileiro, os números decimais, frações, simetria, finanças, entre outros.

A análise dos estudos pesquisados na base de dados da Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD) evidenciou que tais estudos poderiam nortear a pesquisa com relação a métodos, técnicas, o visual, a Libras, entre outros. A cultura surda envolve uma compreensão aprofundada que contempla a sociedade de surdos e de ouvintes. Sabe-se que o surdo aprende pelo visual, inclusive a matemática. Assim, entender como alguns estudos foram construídos para a compreensão do ensino da matemática para surdos é ponto chave para a construção de uma pesquisa. Os estudos mencionados anteriormente,

têm diferentes objetivos e abordagens, mas também apresentam algumas convergências e divergências em suas perspectivas sobre o ensino de matemática para alunos surdos.

No que remete às convergências, pode se destacar a ênfase na Importância da Libras. Sendo que todos os estudos reconhecem a importância da Libras como meio de comunicação fundamental para alunos surdos. Eles destacam a necessidade de integrar a Libras no ensino de matemática. O segundo destaque é a utilização de Recursos Visuais e Manipulativos, pois muitos dos estudos ressaltam a importância de recursos visuais, como gráficos e materiais manipulativos no ensino de matemática para alunos surdos. Eles reconhecem que esses recursos auxiliam na compreensão dos conceitos matemáticos. E o terceiro, é a abordagem Bilíngue, sendo os referidos estudos defendem uma abordagem bilíngue no ensino de matemática para alunos surdos, ou seja, o uso tanto da Libras e do português escrito. Isso aponta para uma preocupação em desenvolver habilidades em ambas as línguas.

Com relação às divergências, pode-se destacar o enfoque nos conteúdos, pois os referidos estudos têm diferentes focos de conteúdo. Alguns se concentram em tópicos específicos, como frações ou operações matemáticas, enquanto outros abordam questões mais amplas, como identidades matemáticas e raciocínio matemático. O segundo destaque se apresenta em relação às diferentes metodologias, pois cada estudo propõe uma metodologia específica para o ensino de matemática para alunos surdos. Isso reflete a diversidade de abordagens possíveis no campo da educação matemática inclusiva. E a terceira divergência ocorre em relação aos contextos e públicos diferentes, pois os estudos se concentram em alunos de diferentes faixas etárias, em diferentes regiões do Brasil, em escolas específicas para surdos ou em escolas regulares com alunos surdos. Isso pode influenciar as conclusões e recomendações de cada estudo.

Considerações Finais

O presente estudo aborda sobre a importância do ensino de matemática na perspectiva da cultura surda e destaca pontos relevantes relacionados a esse tema. Seguem algumas considerações sobre esta discussão.

Importância da *inclusão e acesso*, pois os estudos destacam sobre a necessidade da inclusão de alunos surdos no ensino de matemática e ressaltam a necessidade de garantir o acesso a esse conhecimento, levando em consideração as especificidades da cultura e da língua surda, que é a Libras.

Observa-se destaque no *aprendizado visual*, pois na matemática os alunos surdos aprendem, principalmente, por meio da percepção visual, uma vez que os surdos são predominantemente visuais. Isso implica na necessidade da utilização de recursos visuais e materiais concretos na prática pedagógica do professor, para facilitar o aprendizado.

A *importância da Libras*, a qual desempenha um papel fundamental no ensino de matemática para alunos surdos, pois é a língua de comunicação primária desses alunos. A presença de intérpretes de Libras é destacada como fundamental para a acessibilidade nas escolas.

As *diferenças linguísticas e culturais*, pois reconhece que a matemática é uma disciplina que se apresenta de forma universal dentro do currículo escolar, mas ressalta-se que a língua de sinais apresenta variações regionais e culturais. Portanto, é importante considerar essas diferenças ao ensinar matemática para alunos surdos.

As *diferentes metodologias*, pois se evidencia a necessidade de adotar uma postura diferente no ensino de matemática para alunos surdos, indo além da simples tradução para Libras. Isso inclui o uso de estratégias que promovam o pensamento crítico e a conexão com a vida cotidiana dos alunos surdos.

O *bilinguismo*, pois o domínio tanto da Libras quanto da Língua Portuguesa escrita, permite uma comunicação mais eficaz e a construção de conhecimento em ambas as línguas.

Em resumo, o texto ressalta a importância de reconhecer e respeitar a cultura surda ao ensinar matemática para alunos surdos. Isso envolve o uso da Libras, a consideração das diferenças linguísticas e culturais, a adoção de metodologias diferenciadas e o apoio de profissionais de tradução e interpretação de Libras. O objetivo final é garantir que todos os alunos surdos tenham acesso a uma educação matemática de qualidade e inclusiva.

No que tange ao levantamento dos estudos em relação a ensino de matemática para alunos surdos, os mesmos demonstram a diversidade de abordagens e métodos utilizados no ensino de matemática para alunos surdos, levando em consideração as particularidades da linguagem e da cultura surda. Eles também destacam a importância do uso da Libras e de materiais visuais e manipulativos no processo de ensino e aprendizagem. Os estudos pleiteados até o momento possibilitaram compreender que a inserção do professor surdo de Matemática e Libras no ambiente escolar, permitem compreender a importância

Referências

AGAPITO, Francisca Melo. **Tessituras Etnomatemáticas nos anos iniciais, na perspectiva da educação bilíngue para surdos, no município de Imperatriz/Ma.** 2020, 221 f. Tese (Doutorado em Ensino) – Universidade do Vale do Taquari- Univates, Lajeado, 2020.

ALBERTON, Bruna Fagundes. **Discursos Curriculares Sobre Educação Matemática para Surdos.** 2015, 107 f. (Mestrado Educação) - Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2015.

BUENO, Rosenilda Rocha. **Ensino de matemática para alunos surdos.** Curitiba: Appris Editora, 2021.

CARDOSO, Ronan Guimarães. **Ensino de frações para alunos surdos na perspectiva da Etnomatemática:** a experiência em um Laboratório de Atendimento Educacional Especializado. 2023. 145 f. (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2023.

CARDOSO, Pablo R.; TORISU, Edmilson M.; CAMPOS, Regina Célia P. R. **Programa Etnomatemática e Estudos Surdos:** interlocuções na Educação Estatística de alunos Surdos em uma escola pública inclusiva. Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UFMS, Campo Grande, v. 11, n. 27, p. 800-819, 2018.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática:** arte ou técnica de explicar e conhecer. 4. ed. São Paulo: Ática, 1998. (Fundamentos, 74).

FANTINATO, Maria Cecília de Castello Branco. Novos desafios teóricos e pedagógicos da Etnomatemática. In: FANTINATO, Maria Cecília de Castello Branco (org.). **Etnomatemática: novos desafios teóricos e pedagógicos**. Niterói, RJ: UFF, 2009. p. 7-16.

GESSER, Audrei. **LIBRAS? QUE LÍNGUA É ESSA?:** crença e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda. São Paulo: Parábola Editorial, 2009. 46 p.

GOLAÇO, Gisele Adriana de Mello. **Uma sequência didática com materiais manipulativos no ensino da matemática para alunos surdos no ensino fundamental - Fase I**. 2018, 149 f. (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2018.

KIPPER, Daiane. **Práticas matemáticas visuais produzidas por alunos surdos: entre números, letras e sinais**. 2015, 156 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.

MENDES, Rodrigo Geraldo. **Surdos bem-sucedidos em matemática: relações entre seus valores culturais e suas identidades matemáticas**. 2016, 123 f. (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2016.

NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatinus; ZANQUETTA, Maria Emília Melo Tamanini (org.). Surdez, Inclusão e matemática: surdez, bilinguismo e o ensino tradicional da matemática. In: FANTINATO, Maria Cecília de Castello Branco (org.). **Surdez, Inclusão e matemática**. Curitiba: Editora Crv, 2013. p. 23 - 42.

MOREIRA, Solaine. **Ensino da matemática para surdos: uma abordagem bilíngue**. 2018, 50 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

PINHEIRO, Rodrigo Carlos. **Contribuições do programa de etnomatemática para o desenvolvimento da educação financeira de alunos surdos que se comunicam em Libras**. 2017, 284 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

PINTO, Mariê A. S.; FONSECA, Maildson A. **Surdez, cognição e matemática**. Curitiba: Appris, 2021.

PINTO, M.; PACHECO, D.; LIZARDI, P. S. Minha tabuada em Libras. In: Encontro de Pesquisa Educacional no Norte e Nordeste, 10., 2011. **Anais [...]**. Manaus: Valer, 2011.

SÁ, Nídia Regina Limeira de. **Cultura, poder e educação de surdos**. 2. ed. São Paulo: Paulinas, 2010.

SANTOS, Ilvanir da Hora. **O Ensino das Quatro operações matemáticas para alunos surdos no ensino fundamental: Estudo de caso**. 2015, 76 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

SILVA, Tomaz Tadeu. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

SILVA, Keli S. X.; FORTES, Janielli V. A educação matemática e a educação de surdos em uma cidade de interior. In: VIEIRA-MACHADO, Lucienne M. C.; COSTA JUNIOR, Euluze R. **Educação de surdos: políticas, práticas e outras abordagens**. Curitiba: Appris, 2018. p. 215-229.

SOUZA, Danilo P. F. **A educação de surdos sob a perspectiva de sua cultura e identidade**. Manaus, AM: Clube de Autores, 2018.

VARGAS, Rosane da C.; DORNELES, Beatriz V. **Uma intervenção em contagem com duas crianças surdas**. Cadernos Cedes: Centro de Estudos Educação & Sociedade, Campinas, v. 33, n. 91, p.411 - 427, set./dez. 2013.

VIANA, Flávia Roldan; BARRETO, Marcília Chagas. **O Ensino de Matemática para Alunos com Surdez: Desafios Docentes, Aprendizagens Discentes**. Curitiba, PR: Editora CRV, 2014.

10

REFLEXÕES SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE TAREFAS INVESTIGATIVAS

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt⁴¹
Marli Teresinha Quartieri⁴²

Resumo: O conteúdo deste capítulo baseia-se em um estudo bibliográfico realizado a partir de materiais publicados ou produzidos por autores com experiência na elaboração de tarefas investigativas e suas ideias são discutidas no decorrer deste texto. Em particular, apresenta-se o uso de tarefas abertas, em que os estudantes têm possibilidade de formular diferentes conjecturas e/ou estratégias de resolução. Neste contexto, é importante o professor elaborar tarefas com tais características, o que, muitas vezes, não é uma missão fácil. A partir da análise das produções desses autores, pode-se inferir que há necessidade de iniciar o processo de planejamento e exploração com tarefas um pouco mais estruturadas para, aos poucos, torná-las abertas. Tal necessidade se deve ao fato de tanto os professores quanto os estudantes, inicialmente, se sentirem inseguros com a resolução de atividades dessa natureza. Aliado a isso, o professor é um mediador e o aluno agente ativo nesse processo.

Introdução

No decorrer dos últimos anos, nosso grupo de Pesquisa Práticas, Ensino e Currículos, vinculado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), vem discutindo, estudando e explorando algumas tendências no ensino, entre elas, a Investigação Matemática. Com projetos financiados pelo CNPq e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) desenvolvemos práticas, à luz da Investigação Matemática, em distintos níveis de escolaridade, proeminentemente, nos primeiros anos do Ensino Fundamental. Nesse sentido, discutimos, planejamos, implementamos e avaliamos tarefas investigativas ao longo de quase dez anos, com resultados produtivos, mas também alguns aspectos para refletir.

Assim, neste capítulo do *e-book* propomos algumas ideias que outros professores podem levar em consideração, problematizar, refletir e averiguar, caso queiram explorar tarefas investigativas, na perspectiva da Investigação Matemática. Posto isso, o objetivo deste artigo é problematizar alguns aspectos que perpassam o fazer Investigação Matemática, para além do traçado de conjecturas e estratégias - conceitos também essenciais quando realizamos práticas em tal tendência -. Especificamente, abordamos, inicialmente, um pouco da origem dessa tendência. Problematizamos algumas semelhanças e diferenças entre resolução de problemas e Investigação Matemática, além de ilustrar uma tarefa investigativa aberta. Ainda descrevemos ações no desenvolvimento de tais tarefas, relatando o planejamento e os cuidados ao explorá-las.

41 Docente da Univates. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas.

42 Docente da Univates. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas e Pós-graduação em Ensino.

Investigação Matemática: um pouco sobre sua origem e seus significados

Quando falamos em Investigação Matemática, e mais especificamente nas tarefas investigativas, cabe-nos definir e ressaltar alguns aspectos significativos. Inicialmente, é relevante discutir termos como **problema** e **tarefa investigativa**, e isso nos leva para décadas passadas. Neste sentido, nos anos 1950, Henderson e Pingry (1953) ressaltaram que existe uma distinção entre uma tarefa investigativa e um problema matemático. Enquanto, por um lado, um **problema matemático** tem um objetivo claramente definido, por outro, uma **investigação matemática** é a exploração de uma situação que possui características matemáticas e que não tem um objetivo definido (ORTON; FROBISHER, 1996). Em outras palavras, as tarefas de Investigação Matemática requerem uma “mente aberta” e uma abordagem multifacetada que permite aos estudantes explorar múltiplos caminhos que, conseqüentemente, podem levar a diferentes ideias e/ou soluções matemáticas (YEO, 2014). Cai e Cifarelli (2005) acrescentam, ainda, que a Investigação Matemática envolve tanto a proposição quanto a resolução de problemas e, uma vez que o escopo é aberto, os estudantes podem definir seus próprios objetivos específicos para investigar o que quiserem (ORTON; FROBISHER, 1996).

O registro mais antigo da utilização da **Resolução de Problemas** data entre os anos de 2000 a.C e 1800 a.C, e foi encontrado no documento denominado Papiro de Rhind (WACHILISKI, 2007). Já a Investigação Matemática, de acordo com Araújo (2020) e Azevedo (2020), surgiu em Portugal, nos anos 1980 e 1990, tendo como um dos precursores João Pedro da Ponte. Nessa tendência, foram desenvolvidos muitos estudos entre os quais podemos destacar artigos, dissertações e teses de doutoramento. Cabe ressaltar que no Programa de Pós-Graduação da Universidade do Vale do Taquari - Univates, encontramos dissertações desenvolvidas nesta tendência (SOARES (2019); SCHMITT (2015); MARIANI (2017); DO NASCIMENTO (2019), orientados, proeminentemente, por nós, autores deste capítulo, todos apontando potencialidades para o ensino da Matemática, por meio desta tendência.

No entanto e apesar de algumas diferenciações, segundo Alevatto e Vieira (2016), a resolução de problemas está nos contextos de ensino e de aprendizagem e continua presente nas novas abordagens. De acordo com

Vieira e Allevato (2012) [...] uma forma de trabalho que guarda muitos aspectos comuns à resolução de problemas e vem sendo realizada por professores de Matemática e pesquisada na Educação Matemática é a abordagem que visa a proporcionar oportunidades de realização das chamadas investigações matemáticas. Ponte (2003, p. 16) admite a existência de uma estreita relação entre problemas e investigações e afirma que uma Investigação Matemática desenvolve--se usualmente em torno de um ou mais problemas. [...] Aproximando--se muito do significado de termos como explorar e inquirir, investigar envolve o trabalho com formulação de questões, elaboração de conjecturas, levantamento de hipóteses, exploração, demonstração, validação de resultados e comunicação dos resultados aos pares. Assumindo a concepção compartilhada por Ponte, Brocardo e Oliveira (2019), cabe considerar que investigar é procurar conhecer o que não se sabe.

Ainda no que concerne às tarefas investigativas, Passos, Trindade e Zômpero (2012) caracterizam-nas como atividades divergentes que permitem descobertas inesperadas, uma vez que diferentes estudantes podem definir objetivos distintos a serem alcançados, enquanto problemas matemáticos são atividades convergentes, já que possuem o mesmo objetivo. E, ao explorar diferentes tarefas, podemos demandar distintas demandas cognitivas. Nesse sentido, Harel (2008, p. 267) listou uma série de atos mentais ou práticas

matemáticas: “interpretar, conjecturar, inferir, provar, explicar, estruturar, generalizar, aplicar, prever, classificar, pesquisar e resolver problemas”. Harel (2008) ainda argumenta que os estudantes de matemática devem interagir com ela e, por meio desses atos mentais, desenvolver uma prática apropriada. Também Harel (2008) descreveu a importância para os estudantes de criar e descobrir matemática e de vê-la em constante crescimento. Para Lockhart (2009), a matemática deve ser um processo criativo com resultados em vez de apenas resultados; o porquê em vez de apenas o quê; a explicação e o argumento em vez de simplesmente “verdade”. Lockhart (2009, p. 4) explicou que a arte da matemática é “fazer perguntas simples e elegantes sobre nossas criações imaginárias e elaborar explicações bonitas e satisfatórias”.

Mundialmente, em termos de Investigação Matemática, enfatiza-se um resultado obtido pelas escolas de Singapura. Segundo Yeo (2014), no currículo de matemática das escolas em Singapura, a Investigação Matemática está fortemente presente e, dados os últimos resultados do desempenho dos estudantes singapurianos no *Programme for International Student Assessment - (PISA)*, é possível inferir que tal prática contribui para que os estudantes desenvolvam o pensamento matemático. Estatisticamente, Singapura tem o segundo score mais alto no desempenho em Matemática, ficando atrás apenas da China (OECD, PISA, 2018).

Mas na metodologia da Investigação Matemática, o que diferencia um problema de uma tarefa investigativa? Para Vieira e Alevatto (2012), diferenciar resolução de problemas de tarefas investigativas não é um trabalho fácil. Embasadas em Ponte (2003), elas comentam que “as características de uma tarefa não são absolutas, mas relativas à pessoa que a realiza” (VIEIRA e ALEVATTO, 2012, p. 9). Em outras palavras, o que para um sujeito pode ser um problema, para outro pode ser apenas um exercício. Segundo as autoras, trocar uma torneira quebrada, para uma pessoa, pode ser apenas um exercício, mas para outra é um problema. Ademais,

Uma investigação matemática desenvolve-se usualmente em torno de um ou mais problemas. Pode mesmo dizer-se que o primeiro grande passo de qualquer investigação é identificar claramente o problema a resolver” (PONTE; BROCARD; OLIVEIRA, 2019, p. 16, apud VIEIRA e ALEVATTO, 2012, p. 9).

Ainda de acordo com as autoras,

as tarefas de investigação são classificadas como um tipo específico de problema que parte de **enunciados menos estruturados**, que permite a formulação de diversos tipos de questões e possibilita a realização de explorações em diferentes direções. Nesse tipo de atividade, o interesse principal reside nas ideias matemáticas e nas suas relações e o estudante assume **o papel de protagonista** de sua aprendizagem, pois cabe a ele definir quais questões **investigar** e quais **caminhos percorrer** (VIEIRA e ALEVATTO, 2012, p. 10, grifos dos autores).

Cabe ressaltar que, de acordo com as autoras, as tarefas investigativas são problemas menos estruturados, mas que permitem aos estudantes um maior protagonismo, proporcionando possibilidades de opções acerca de quais questões deseja investigar e quais são os caminhos que eles [os estudantes] desejam percorrer.

Quanto às respostas, cabe a nós professores ouvi-las, discuti-las e aceitá-las ou não, conforme as justificativas que são apresentadas pelos estudantes. De acordo com Vieira e Alevatto (2012, p. 11),

Por serem mais abertas, as investigações não apresentam um objetivo claro. Na aula investigativa, os estudantes acabam formulando novos problemas que podem desencadear a abordagem de outros conteúdos matemáticos, não necessariamente planejados para serem abordados naquele momento. O professor deve estar preparado para aceitar situações imprevistas, admitindo a possibilidade de novos encaminhamentos para a atividade.

Ainda em relação às diferenciações entre tarefas investigativas e resolução de problemas, Vieira e Alevatto (2012, p. 11, grifos dos autores) afirmam que

O trabalho através da resolução de problemas, como concebido por Allevato e Onuchic (2009), apresenta um **objetivo mais bem definido**. Apesar de o processo de resolução de problemas também estar sujeito a imprevistos, as atividades caracterizam-se por focalizar um conceito ou procedimento matemático **específico**, para o qual um problema específico foi proposto. A formalização da teoria matemática pertinente ao tópico matemático abordado é feita pelo professor ao final da atividade.

Como podemos observar na fala das autoras, as diferenças podem estar no objetivo da atividade, sendo mais ou menos definido, mas cabe ao professor realizar um fechamento ao término das discussões, validando as respostas ou apontando os equívocos que porventura apareceram e encorajando os estudantes a pensar diferente, ter uma mente aberta e posicionando-se de forma criativa frente aos desafios que o cotidiano impõe.

Discutidas algumas aproximações e divergências entre resolução de problemas e tarefas investigativas, na próxima seção problematizamos o planejamento e a exploração de tarefas investigativas.

Planejamento e exploração de tarefas investigativas

A exploração de tarefas investigativas nas aulas de matemática não é algo trivial, pois elas devem proporcionar aos estudantes a possibilidade de elaborar diferentes conjecturas, diferentes formas de resolução, bem como construir conhecimentos por meio da resolução dessas tarefas. Nessa perspectiva, Fonseca, Brunheira e Ponte (1999) comentam que há necessidade de o professor investir tempo na elaboração de tarefas, pois, para os autores, o êxito no uso da investigação matemática perpassa por tarefas bem planejadas.

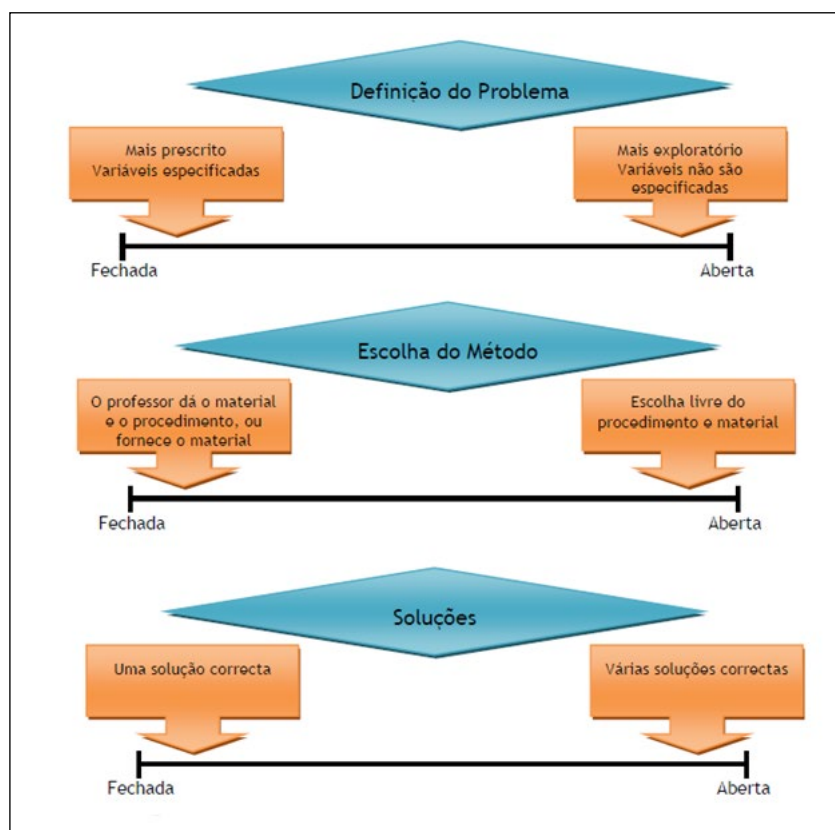
Assim, surgem alguns questionamentos: como elaborar “boas” tarefas investigativas? Todas as tarefas precisam ter várias conjecturas na resolução? Que tipo de tarefa pode ser planejada? Que questionamentos podem ser realizados para instigar o estudante a resolver as tarefas propostas? Como realizar a discussão das resoluções? Qual o papel do professor? Como avaliar o desempenho dos estudantes no decorrer de tais tarefas? São algumas questões que perpassam o uso da investigação na prática pedagógica.

Bertini e Passos (2008, p. 9) destacam que “muito dessa insegurança e dessas dúvidas se deve ao caráter aberto desse tipo de tarefa. Não há uma resposta única e um caminho determinado a ser seguido”. Aliado a isso, Ponte, Brocardo e Oliveira (2019) comentam sobre a clareza em relação aos objetivos que se pretende atingir, as características e conhecimentos dos estudantes, bem como quanto ao tempo disponível, para então elaborar tarefas investigativas. Ademais, há necessidade de o professor estar aberto às diversas conjecturas que os estudantes podem usar na resolução das questões, tendo o cuidado de analisar a validade matemática.

Corradi (2011, p. 170) argumenta que após o professor identificar os objetivos, precisa “recorrer à sua criatividade para dar forma à tarefa, adaptando as situações, reconstruindo as questões da maneira que melhor servir os seus objetivos”. Por isso, o processo de elaboração exige habilidades que demandam tempo, ou seja, há necessidade de preparação das tarefas, pois estas, de acordo com Corradi (2011), devem fomentar o pensamento matemático e também o diálogo entre estudantes e professor, para explorar os diferentes caminhos e possibilidades de resolução. Neste sentido, é importante o professor refletir sobre possíveis conjecturas que podem ser elaboradas pelos estudantes, pois em caso de não conseguirem entender o que precisam fazer, cabe ao professor propor que organizem os dados, questioná-los em relação ao que já fizeram e a pensar em caminhos para resolução. Portanto, é relevante o professor provocar o raciocínio dos estudantes, desafiando-os a pensar em outras formas de resolução, podendo questioná-los: Por que fez assim? Há mais conjecturas? Descubra quais. Como você pensou? Explique.

Monk e Dillon (1995) já apresentavam uma proposta que identificava critérios tornando as tarefas abertas ou fechadas (Figura 1).

Figura 1 – Critérios de tarefas abertas ou fechadas



Fonte: Monk e Dillon (1995, p. 91)

Para os autores, há necessidade de o professor, no momento do planejamento, pensar sobre os critérios das três fases para que as tarefas sejam consideradas abertas ou fechadas.

Wellington (2000) propôs algumas questões (Quadro 1) que podem ajudar no momento da elaboração de tarefas investigativas.

Quadro 1 – Tipologias de investigações

Investigação do tipo “qual”?	- Qual dos factores afecta X? - Qual é o melhor plano para ...? - Qual o X melhor para ...?
Investigações do tipo “o quê”?	- O que acontece se...? - Que relação existe entre X e Y?
Investigações do tipo “como”?	- Como é que diferentes Xs afectam Y? - Como é que varia X com Y? - Como é que X afecta Y?
Investigações gerais	- Um questionário histórico ou local - Um projecto a longo prazo
Actividades de resolução de problemas	- Planear e construir - Resolver um problema prático - Simulações

Fonte: Wellington (2000, p. 158)

O Quadro 1, proposto por Wellington (2000), dá pistas de tipos de perguntas a serem realizadas aos estudantes e que podem ser produtivas para os professores quando do planeamento das atividades. Tais questões podem ser importantes no momento da avaliação, pois possibilitam verificar se as soluções estão adequadas ou não às perguntas realizadas.

Bell, Smetana e Binns (2005), com base em Monk e Dillon (1995), classificam as atividades investigativas em quatro níveis (Quadro 2), os quais podem servir de base para a elaboração de tarefas investigativas produtivas, bem como para sua implementação.

Quadro 2 – Tipo de atividade de investigação e grau de abertura

Nível	Questão?	Método?	Solução?
1 – Confirmação	X	X	X
2 – Estruturada	X	X	
3 – Guiada	X		
4 – Aberta			

Fonte: Bell, Smetana e Binns (2005, p. 31)

No Quadro 2, no primeiro nível – **atividades de confirmação** – os estudantes já conhecem o tipo de questão, o método de resolução, bem como possuem ideias para alcançar os resultados. De acordo com autores, nas **atividades estruturadas**, segundo nível, os estudantes procuram a resposta da questão que o professor propôs, sendo que o procedimento é dado. Já no terceiro nível – **investigações guiadas** – o professor apresenta a questão, enquanto que a estratégia e a solução devem ser realizadas pelos estudantes. Já no quarto nível – **atividades de investigação abertas** – os estudantes definem a questão, a estratégia e a respectiva solução.

De acordo com Bell, Smetana e Binns (2005), é importante os professores elaborarem tarefas investigativas em que os estudantes precisam, gradativamente, aumentar seu envolvimento na resolução das tarefas. O professor, ao iniciar o uso de tarefas investigativas com uma turma de estudantes, precisa planejá-las de forma a ajudá-los a

desenvolver estratégias para que consigam resolver tarefas abertas (4º nível). Assim, precisa complexificar as tarefas aos poucos, não explorando, diretamente, tarefas do 4º nível.

Tudella *et al.* (1999, p. 2) comentam sobre a importância de o professor inicialmente ofertar tarefas mais dirigidas aos estudantes, pois “limitar a atividade investigativa dos estudantes, acaba por permitir, principalmente àqueles menos habituados a desenvolver investigações, a realização de um trabalho mais autônomo sem o recurso frequente ao professor”. Tais tarefas contribuem para os estudantes se acostumarem a elas aos poucos, bem como proporcionar segurança aos professores inexperientes em relação ao uso da Investigação Matemática.

Concentino (2019), baseado em Ferruzzi, Borssoi e Silva (2018) e Baptista (2010), elaborou um quadro, classificando as tarefas investigativas, considerando graus de complexidade, conforme visualizado no Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação das atividades Investigação Matemática

Grau de complexidade da atividade investigativa	Problema	Procedimentos	Solução
Estruturadas	Professor	Professor/Estudante	Professor/Estudante
Menos estruturadas	Professor/Estudante	Estudantes	Estudantes
Abertas	Estudantes	Estudantes	Estudantes




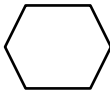
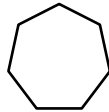
Fonte: Concentino (2019, p. 31)

Para Concentino (2019, p. 31), as atividades **estruturadas** podem apresentar questões para auxiliar o professor na orientação dos estudantes no decorrer da exploração das atividades “contendo a questão a investigar, tratada no roteiro ou definida previamente pelo professor”. Neste nível, os professores conseguem prever as possíveis soluções dos estudantes. Segue o exemplo de uma atividade estruturada:

Atividade: sequência de diagonais.

Observar as figuras geométricas desenhadas no material e disponibilizadas.

- a) Fazer o uso de barbantes e de um papelão para representar as diagonais em cada figura. O fio deverá ser inserido em dois vértices não consecutivos e, ao final, preso ou amarrado. Entende-se que os fios representam as diagonais.

				
Figura 1 Triângulo	Figura 2 Quadrilátero	Figura 3 Pentágono	Figura 4 Hexágono	Figura 5 Heptágono

Após representar as diagonais de cada figura, responder:

- a) Quantas diagonais você representou na figura 1?
 b) Quantas diagonais você representou na figura 2?
 c) Quantas diagonais você representou na figura 3?
 d) Quantas diagonais você representou na figura 4?
 e) Quantas diagonais você representou na figura 5?
 f) Completar o quadro:

Figura	Número de lados	Nome da figura	Número de diagonais
Figura 1			
Figura 2			
Figura 3			
Figura 4			
Figura 5			
Figura 6			
Figura 7			
Figura 8			
...			
Figura n			

Após o preenchimento do quadro que está na atividade, é relevante instigar os estudantes sobre a relação existente entre o número de lados e o total de diagonais. Isso pode ser realizado oralmente ou de forma escrita, dependendo do nível de conhecimento dos estudantes. Pode-se também questionar os estudantes acerca do número de diagonais que partem de cada vértice e de uma possível generalização matemática envolvendo o número de diagonais com o número de lados.

Esta tarefa é considerada estruturada porque o professor já sabe a resposta do número de lados e a relação com o número de diagonais. Além disso, há uma única resposta, para o número de diagonais, em cada figura. Entretanto, ela é investigativa, porque é o estudante que irá chegar à generalização, por meio dos materiais e questionamentos feitos pelo professor.

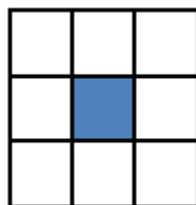
Em relação às atividades **menos estruturadas**, o professor propõe uma questão inicial que possibilita ao estudante fazer outros questionamentos “que levam a procedimentos distintos na busca de solucionar o problema” (CONCENTINO, 2019, p. 31). Assim, os estudantes acabam formulando conjecturas, realizam testes para avaliar a respectiva

conjectura e discutem sobre as resoluções realizadas. Segue um exemplo de atividade menos estruturada:

Atividade: Sequência de quadriláteros em papel quadriculado

Observação: Disponibilizar ao estudante fichas brancas e azuis, conforme figuras abaixo.

Usando as fichas azuis e brancas, formar as duas figuras que seguem:



1ª figura



2ª figura

Utilizando o material disponibilizado (fichas brancas e azuis), represente as figuras que estão sendo solicitadas e responda as questões.

a) Representar a terceira figura, observando um padrão de sequência.

- Quantas fichas de cada cor você utilizou nessa terceira figura?

- Quantas fichas você utilizou ao todo nessa terceira figura?

- Como você pensou para construir essa figura?

b) Representar com as fichas a quarta figura, observando um padrão de sequência.

- Quantas fichas de cada cor você utilizou nessa quarta figura?

- Quantas fichas você utilizou ao todo nessa quarta figura?

- Como você pensou para construir essa figura?

c) Completar o quadro relacionando o número de fichas utilizadas em cada construção com o número da figura:

Figura	Número de fichas azuis	Número de fichas brancas	Número total de fichas
Figura 1	1	8	9
Figura 2	2	10	12
Figura 3			
Figura 4			
Figura 5			
Figura 6			
.....			
Figura n			

Nesta atividade o professor fornece os materiais e faz questionamentos, entretanto os estudantes poderão responder o número de fichas necessárias de acordo com as figuras formadas. Existe mais de uma resposta nesta tarefa, mas as perguntas foram elaboradas pelo professor e possibilitam ao estudante ir formulando conjecturas que o levem a fazer generalizações.

Nas **atividades abertas**, Conrentino (2019) destaca que os estudantes são responsáveis por todo o processo, ou seja, formulam questões e conjecturas, testam tais conjecturas validando-as ou não, realizam explicações e discussões sobre as tarefas realizadas. Dessa forma, o estudante possui autonomia no decorrer do processo de Investigação Matemática. Destaca-se que o professor precisa verificar a validade matemática das questões elaboradas e das respectivas respostas. Seguem dois exemplos:

Atividade 1: Sequência usando peças geométricas

Observação: Disponibilizar aos estudantes diversas peças quadradas e triangulares de mesma cor e tamanho.

Observar a sequência abaixo:

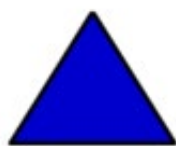


Figura 1

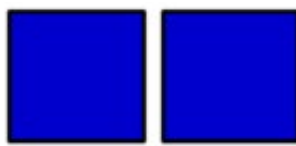


Figura 2

Figura 3

Figura 4

Utilizando os materiais recebidos, construa as figuras 3 e 4 usando um padrão para sua construção. Que regra você utilizou para construir as figuras?

Atividade 2: Completando sequências numéricas

Continue a sequência com três possibilidades diferentes.

a) Primeira possibilidade: 6, 10, _____, _____, _____, _____, _____

Como você pensou?

b) Segunda possibilidade: 6, 10, _____, _____, _____, _____, _____

Como você pensou?

c) Terceira possibilidade: 6, 10, _____, _____, _____, _____, _____

Como você pensou?

Nestes dois exemplos, existem diferentes respostas e o estudante precisa apresentar três respostas. Além disso, há necessidade de ele escrever como pensou, o que contribui para o estudante desenvolver habilidade de argumentação e escrita. Assim, as tarefas são consideradas abertas. E dependendo da regra que o estudante irá utilizar, a resposta será diferente, podendo encontrar mais de uma estratégia de resolução. É importante destacar que há necessidade de o professor verificar as respostas dos estudantes identificando eventuais erros de resolução (se for o caso). Tais erros precisam ser corrigidos para que o estudante não tenha dificuldades.

Ferruzzi e Borssoi (2021, p. 21) comentam sobre a importância de se utilizar, inicialmente, tarefas estruturadas, depois as menos estruturadas, pois

Quando os estudantes estiverem mais acostumados (e o professor mais seguro), podemos inserir tarefas menos estruturadas, em que não se apresente um roteiro para o estudante, no qual ele, a princípio, não tem pistas de por onde iniciar, não sabe dizer o que o professor deseja (na verdade o professor não deve desejar uma resposta, mas os estudantes sempre tentam “adivinhar” o que o professor está querendo).

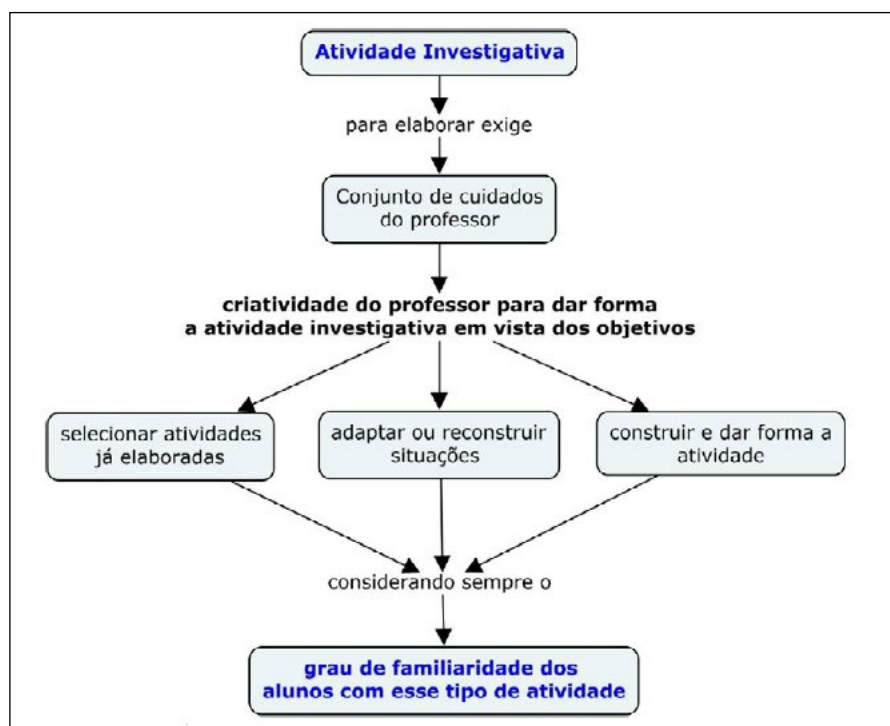
De acordo com as ideias destes autores, depois de o estudante ter realizado diversas atividades estruturadas e menos estruturadas, e o professor perceber que o estudante está conseguindo realizar tais tarefas com êxito, é o momento de apresentar tarefas abertas. Dessa maneira, haverá um ambiente investigativo produtivo contribuindo para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem da matemática. Ferruzzi, Borssoi e Silva (2018, p. 32, grifos dos autores) destacam que é relevante o professor “inserir atividades **mais estruturadas** e paulatinamente, propor situações **menos estruturadas**, até o momento que ambos [estudantes e professores] estiverem seguros, para assim propor e deixá-los [estudantes] desenvolver uma **atividade investigativa aberta**”.

Destaca-se que há necessidade de o professor propor tarefas investigativas que sejam acessíveis ao nível cognitivo dos estudantes, não sendo fáceis demais em que perdem o interesse de encontrar conjecturas diferentes, e nem difíceis demais que fazem com que o estudante se desestimele pela complexidade da questão, causando efeito contrário aos objetivos de tarefas investigativas. Nesse sentido, Oliveira *et al.* (1999, p. 100) comentam que “é um trabalho criativo para o qual não há receitas”; entretanto, quando ocorrem resultados produtivos enriquecem a prática pedagógica, tornando os estudantes participantes ativos e motivados do processo.

Para Concentino (2019, p. 33), na exploração de tarefas investigativas, há necessidade de o professor “flexibilizar o tempo para pensar na questão, pois cada estudante tem seu próprio ritmo de cognição, observando sempre para que não haja um prolongamento em excesso, o que pode possibilitar a perda da motivação e resultar na dispersão”. Esta é uma das dificuldades no decorrer do uso de tarefas investigativas, em que há necessidade de observação e sensibilidade do professor para identificar o momento que poderá ir adiante em uma atividade investigativa. Aliado a isso, o professor precisa estimular, por meio de questionamentos, os estudantes no decorrer da resolução das tarefas para que eles fiquem interessados e curiosos em encontrar soluções adequadas e com validade matemática.

Para elaboração de tarefas investigativas, Concentino (2019, p. 35) produziu a Figura 2, em que destaca que o professor pode usar tarefas já existentes, adaptá-las ao contexto ou elaborar novas. Para o autor, é imprescindível o professor considerar “as características de sua turma, o objetivo e o grau de familiaridade da mesma”.

Figura 2 – Elaboração de atividades investigativas



Fonte: Concentino (2019, p. 34)

Outros autores que indicam sugestões que podem orientar a elaboração de tarefas investigativas são Wichnoski e Klüber (2018). Tais sugestões estão descritas no Quadro 4.

Quadro 4 – Sugestões para a (re)formulação de tarefas de Investigação Matemática

1	Eliminar ou evitar perguntas que obtenham uma única resposta
2	Evitar processos demasiadamente prescritivos ou concisos
3	Evitar o uso de conceitos herméticos e específicos da área
4	Estabelecer condições prévias para o entendimento do que a situação pede
5	Estabelecer perguntas que permitam a construção de conjecturas
6	Apresentar de modo 'invertido' o problema que gerou a situação (transformar a resolução no enunciado da tarefa)
7	Construir roteiros abertos
8	Construir roteiros semiabertos
9	Fomentar a generalização
10	Retirar informações
11	Desprover o enunciado de contextualização cotidiana e outras
12	Enunciar a tarefa no contexto puramente matemático

Fonte: Wichnoski e Klüber (2018, p. 65)⁴³

⁴³ Wichnoski e Klüber (2018) exemplificam cada uma das sugestões com exemplos de tarefas investigativas, com respectivas soluções propostas pelos estudantes.

Após o planejamento das tarefas, é momento de o professor explorá-las com os estudantes. Nesta etapa, é importante o professor assumir o papel de orientador e mediador, questionando e instigando os estudantes para que consigam elaborar diferentes conjecturas e/ou usar distintas estratégias de resolução. No decorrer do planejamento é importante refletir sobre as possíveis respostas das tarefas elaboradas, pois é preciso estar preparado para validar matematicamente as diferentes respostas que os estudantes poderão citar. De acordo com Concentino (2009, p. 38), o professor precisa ter em mente que ele pode aprender com o estudante, ou seja, em tarefas investigativas “todos aprendem com todos, e todos ensinam para todos”.

Os questionamentos que o professor pode fazer, no decorrer da exploração de uma tarefa investigativa, deve instigar os estudantes a argumentar, contestar, elaborar hipóteses tendo autonomia nas respostas. Portanto, pode elaborar questões para incentivar e provocar o raciocínio dos estudantes, conforme apresenta-se no Quadro 5, escrito por Concentino (2019), adaptado de Ferruzzi, Borssoi e Silva (2018).

Quadro 5 – Questionamentos do professor durante uma tarefa investigativa

Questionamentos que o professor pode promover	
Provocando o raciocínio	Por quê? Como? Me expliquem...
Instigando	Têm certeza disso?
Incentivando	Muito bem! Mas e se ...
Validando	Continuem assim! Estão no caminho certo ...
Auxiliando na administração de conflitos	Vocês levaram em consideração o que o colega falou? Por quê?
Estimulando o confronto de pontos de vistas	Discutam as duas opiniões, por que não concorda com o que ele disse?
Promovendo a reflexão e argumentação	Explique como você chegou a esta conclusão.

Fonte: Concentino (2019, p. 39)

As indagações do Quadro 5 são importantes, pois permitem a reflexão dos estudantes para responder os questionamentos. Dessa forma, se estará proporcionando aos estudantes formas de pensar matematicamente. Para Corradi (2011, p.171) a

[...] reflexão permite a valorização do processo de resolução que cada estudante desenvolve para chegar a um resultado mesmo não sendo o correto, permite ainda estabelecer conexões com outras ideias matemáticas e pode constituir um ponto de partida para outras investigações.

Para o bom êxito na exploração de tarefas investigativas, é importante que elas sejam resolvidas em pequenos grupos e as resoluções sejam escritas e depois socializadas, oralmente, para toda a turma. O trabalho em grupo, segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2019, p. 30) “potencializa o surgimento de várias alternativas para a exploração da tarefa”, contribuindo para que os estudantes se ajudem mutuamente. Assim, uma estratégia pode ser, a leitura da tarefa; pensar, no grupo, em possíveis respostas; registrar as resoluções em uma folha analisando e socializando os resultados do grupo. Dessa forma, um estudante pode auxiliar o outro no que tange a sanar dificuldades, contribuindo para a melhora da aprendizagem. De acordo com Deaquino (2008, p. 37)

Uma discussão em pequenos grupos é uma técnica de implementação de aprendizagem que permite aos aprendizes compartilhar experiências e ideias na busca de solução de problemas. O ambiente dos pequenos grupos é menos ameaçador, fazendo com que eles se sintam mais confiantes e confortáveis para expor e discutir ideias, chegando com maior facilidade a uma posição consensual, se esse for o objetivo.

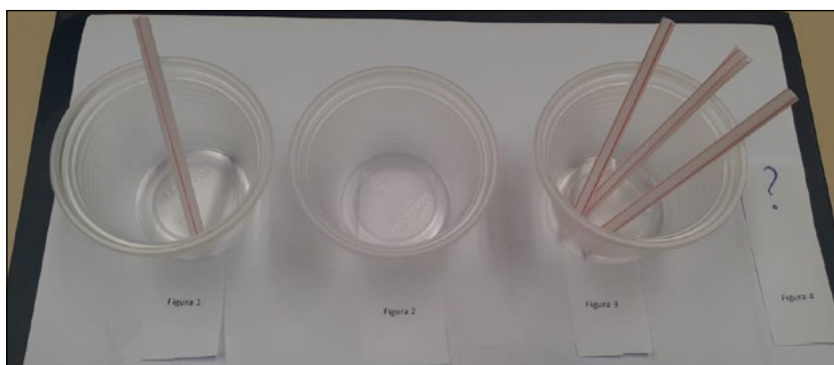
As ideias de Deaquino (2008) também podem ser observadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que salienta a relevância da interação entre os estudantes, trabalhando coletivamente na busca de resolução de situações, “de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (BRASIL, 2018, p. 223). Assim, o trabalho em grupo é produtivo na elaboração de conjecturas/hipóteses, pois um estudante acaba auxiliando o outro.

Para Carmo (2011), o trabalho em grupo ocorre quando os estudantes da sala estão envolvidos na resolução da tarefa proposta, nos pequenos grupos. Caso alguns estudantes estejam isolados, é importante o professor investigar os motivos e oportunizar momentos em que o trabalho em grupo seja essencial para o êxito da tarefa. A autora comenta que o trabalho em grupo auxilia na “melhora das habilidades sociais, pois o estudante poderá ser beneficiado e alguns vão aprender a lidar com a necessidade de aprender a compartilhar, aprender a aceitar ideias e posicionamentos de outros, aprender a trocar conhecimentos” (CARMO, 2011, p. 68). Assim, podemos inferir que o trabalho em grupo proporciona momentos de discussões, em que um estudante ajuda o outro; aumenta a confiança em solucionar problemas, além de potencializar os processos de aprendizagem.

Outrossim, destaca-se a importância de o professor reforçar a ideia de que “trabalhar em um grupo é diferente de fazer parte de um conjunto de pessoas, sendo fundamentais a interação, o compartilhar, o respeito à singularidade, a habilidade de lidar com o outro em sua totalidade, incluindo suas emoções” (ANASTASIOU; ALVES, 2004, p. 75-76). Dessa forma, pode-se inferir que o trabalho em grupo é produtivo quando ocorre de forma colaborativa, fazendo com que os estudantes se ajudem mutuamente, testando e elaborando conjecturas, modificando-as, se necessário. Por fim, é importante a socialização e discussão dos resultados com todos os colegas. O uso de tarefas investigativas permite inferir que a aprendizagem de um estudante ocorre em uma vivência que possibilita o compartilhamento entre os envolvidos tanto das dificuldades quanto nos resultados positivos.

A seguir, temos um exemplo de uma tarefa investigativa aberta elaborada pelo grupo de professores participantes da pesquisa e explorada com estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (REHFELDT *et al.*, 2021). A tarefa foi intitulada “Sequência usando canudos em um copo” e consistiu na representação de três imagens (canudos em copos), em que no primeiro copo havia um canudo; no segundo, nenhum e no terceiro copo foram posicionados três canudos, conforme pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Sequência usando canudos em copos



Fonte: As autoras (2023).

Esta tarefa teve como objetivo instigar o estudante e continuar a sequência, utilizando uma lógica, ou seja, um padrão de sequência, além de completar um quadro que estabelecia relações entre a posição do copo e o número de canudos, conforme ilustra o Quadro 6.

Quadro 6 - Relações entre a posição do copo e o número de canudos

Figura	Número de canudos usados
Figura 1	1
Figura 2	0
Figura 3	3
Figura 4	?
Figura 5	?
Figura 6	?
Figura 7	?
Figura 8	?
Figura 9	?
...	
Figura qualquer	?

Fonte: Rehfeldt *et al.* (2021).

Cabe salientar que, ao explorar esta tarefa, percebemos as distintas conjecturas de resolução e respostas, tais como as que aparecem no Quadro 7. Estas, foram elaboradas por estudantes do 1º ao 5º ano, e, em algumas situações, as soluções diferenciadas ou envolvendo números maiores, foram escritas pelos estudantes do 5º ano, o que também denota maior conhecimento matemático.

Quadro 7 - Algumas conjecturas discutidas pelos estudantes

Figura	Número de canudos usados					
	1	1	1 ⁴⁴	1	1	1 ⁴⁵
Figura 1	1	1	1 ⁴⁴	1	1	1 ⁴⁵
Figura 2	0	0	0	0	0	0
Figura 3	3	3	3	3	3	3
Figura 4	1	0	0	0	0	0
Figura 5	0	4	6	5	9	12
Figura 6	3	0	0	0	0	0
Figura 7	1	7	9	7	27	48
Figura 8	0	0	0	0	0	0
Figura 9	3	11	12	9	81	192
...						
Figura qualquer (Justificativa dada pelos estudantes).	Repetição por blocos	Somando o número com o anterior	Tabuada do três	Números ímpares	Potência de três	Figuras ímpares multiplicadas por quatro

Fonte: Adaptado de Rehfeldt *et al.* (2021).

As justificativas para a formação da sequência, descritas na última linha, ilustram que esta tarefa investigativa foi aberta, permitindo aos estudantes uma diversidade de respostas. Entre as justificativas podemos observar que eles imaginaram repetições de blocos (1,0,3), (1,0,3) e, assim por diante; o elemento seguinte sendo obtido pela soma dos dois números não nulos anteriores; uma sequência que é a tabuada do três (com exceção do primeiro número); intercalados pelo número 0, ou o conjunto dos números ímpares com o número 0 entre eles; uma sequência composta pelas potências de três [intercaladas pelo número 0] e; por fim, os números presentes na tabuada do quatro, com exceção dos três primeiros números e intercalados pelo número 0.

Em relação à tarefa investigativa “Sequência usando canudos em um copo” salientamos que o professor, no decorrer da implementação da tarefa, teve um papel de mediador, instigando os estudantes a todo o momento sobre algo que estava fazendo. Questões do tipo: Como você pensou? Tem mais alguma resposta? Por que esta resposta e não outra? Como pensaram para chegar a isso? Como continua a sequência? foram recorrentes no decorrer da resolução da tarefa. O momento da socialização foi produtivo, pois cada grupo queria expor sua ideia. Alguns grupos colocaram suas respostas e solicitavam que os demais encontrassem a regra/critério que o grupo tinha pensado. Ocorreu grande envolvimento dos estudantes no decorrer da resolução da tarefa, pois cada grupo queria encontrar uma solução diferenciada.

Considerações finais

O intuito deste capítulo foi problematizar aspectos sobre o uso da Investigação Matemática na prática pedagógica, em particular sobre a origem, a elaboração e exploração das tarefas investigativas. Após a análise dos diversos referenciais bibliográficos, podemos

44 Nesta sequência, o primeiro número foge à regra, mas a partir do segundo há uma sequência correta.

45 Nesta sequência aqui também os dois primeiros números não seguem a regra, mas a partir daí as posições ímpares são resultantes do ímpar anterior, multiplicado por quatro.

inferir que as tarefas investigativas surgiram em Portugal, em meados dos anos 1980, por meio do pesquisador João Pedro da Ponte, como uma forma de tornar um problema matemático mais aberto, ou seja, que proporciona a elaboração de diferentes conjecturas e/ou diferentes estratégias de resolução. Portanto, o problema matemático tem objetivo definido, enquanto que a tarefa investigativa é um problema menos estruturado, sem objetivo definido, proporcionando ao estudante elaborar diferentes questões e usar caminhos diferentes para chegar aos resultados.

E nesse contexto, cabe ao professor planejar e explorar tarefas investigativas abertas, o que não é missão fácil. Por isso, é importante iniciar com o planejamento de tarefas investigativas estruturadas, depois as menos estruturadas, para em um terceiro momento desenvolver tarefas abertas. Tal perspectiva auxilia tanto o professor quanto o aluno a ter segurança e confiança na resolução de tarefas investigativas. Entretanto, a elaboração dessas tarefas é algo que demanda tempo e cuidados, no sentido de que elas não podem ser demasiadamente fáceis, tampouco difíceis, devem estar de acordo com os conhecimentos dos alunos e ter tempo adequado (não ser muito demorados e nem rápidos demais).

É importante o professor, no decorrer da exploração dos diferentes tipos de tarefas investigativas, instigar os estudantes, por meio de questionamentos, para que aos poucos se habituem com as provocações e se desafiem a pensar em diferentes conjecturas e estratégias. O trabalho em grupo também ficou evidenciado como importante no processo de implementação de tarefas investigativas. O grupo proporciona segurança, além de ajudar a pensar colaborativamente e elaborar diferentes estratégias e conjecturas, devido ao compartilhamento de ideias. A socialização das resoluções dos grupos é importante em função da troca de experiências, o que faz com que os estudantes tenham acesso a outras formas de resolução.

Ainda há necessidade de estudar mais sobre tarefas investigativas, pois a sua produtividade fica evidenciada por meio das respostas criativas dos alunos e das estratégias diferenciadas de resolução. No entanto, acreditamos na potencialidade dessas tarefas, sendo o professor fundamental para a produtividade da metodologia da Investigação Matemática na prática pedagógica.

Referências

ALLEVATO, N.; VIEIRA, G. Do ensino através da resolução de problemas abertos às investigações matemáticas: possibilidades para a aprendizagem. **Quadrante**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 113–132, 2016. Disponível em: <https://quadrante.apm.pt/article/view/22926>. Acesso em: 24 set. 2023.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de Ensino na Universidade: Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. Joinville: Editora UNIVILLE, 2004.

ARAÚJO, R. M. de. **Aprendizagem de potenciação utilizando Atividades Investigativas no 8º Ano do Ensino Fundamental de uma Escola Pública Municipal de Tefé/AM.**

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Matemática, do Centro de Estudos Superiores de Tefé - CEST, da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, 2020.

Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/3251/1/Aprendizagem%20de%20Potencia%C3%A7%C3%A3o%20utilizando%20atividades%20investigativas%20em%20uma%20turma%20do%207%C2%BA%20ano%20do%20Ensino%20Fundamental%20de%20uma%20escola%20p%C3%BAblica%20municipal%20de%20Tef%C3%A9AM..pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

AZEVEDO, N. de M. Investigações Matemáticas na sala de aula dos autores: J. P. da P.; BROCARD, J. e OLIVEIRA, H. **Ensino da Matemática em Debate**. São Paulo, v. 7, n.

2, p. 303-307, 2020. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/emd/article/view/47634/pdf>>. Acesso em 24 set. 2023.

BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico**. p. 561 f. Tese (doutorado em Educação) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa. 2010. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/1854>> Acesso em: 20 ago. 2023.

BELL, R. L.; SMETANA, L.; BINNS, I. Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. **The Science Teacher**, v. 72, n. 7, p. 30-33, 2005.

BERTINI, L. F; PASSOS, C. L. B. Uso da Investigação Matemática no Processo de Ensino e Aprendizagem nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. In: **Anais XII Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática EBRAPEM**, Rio Claro. Educação Matemática: Possibilidades de interlocução. São Paulo, 2008.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC - 2ª versão**. Brasília, DF, 2018.

FERRUZZI, E. C.; BORSSOI, A. H.; SILVA, K. P. **Investigação Matemática em foco: evidenciando possibilidades para a sala de aula**. 2018.

CAI, J.; CIFARELLI, V. Exploring mathematical exploration: How two college students formulated and solved their own mathematical problems. **Focus on Learning Problems in Mathematics**, v. 27, n. 3, p. 43, 2005.

CALLEJA, J. **Integrating Investigations in Secondary School Mathematics**. Unpublished MEd dissertation, Faculty of Education, University of Malta, 2011.

CARMO, M. A. D. do. **Olhar docente sobre o trabalho em grupo e a pedagogia social: uma contribuição**. 2011. 84f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro Universitário Salesiano de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://unisal.br/wpcontent/uploads/2013/04/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Marcia-Amaral-Domingos-do-Carmo.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2015.

CONCENTINO, J. **Caminhos a percorrer**: desafios no processo de investigação matemática. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

CORRADI, D. K. S. **Investigações Matemáticas**. Revista da Educação Matemática da UFOP, Vol I, XI Semana da Matemática e III Semana da Estatística, 2011.

DEAQUINO, C. T. E. **Como aprender**: andragogia e as habilidades de aprendizagem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

FONSECA, H., BRUNHEIRA, L., PONTE, J. P. As actividades de investigação, o professor e a aula de Matemática. **Actas do ProfMat 99**. Lisboa: APM, 1999.

HAREL, G.. What is mathematics? A pedagogical answer to a philosophical question. In Bonnie Gold & Roger Simons (eds.), **Proof and Other Dilemmas: Mathematics and Philosophy**. Mathematical Association of America, 2008, pp. 265--290.

HENDERSON, K. B; PINGRY, R. E. Resolução de problemas em matemática. Em HF Fehr (Ed.), A aprendizagem da matemática: sua teoria e prática (21º Anuário do Conselho Nacional de Professores de Matemática) (pp. 228-270). **Washington, DC**: Conselho Nacional de Professores de Matemática, 1953.

LOCKHART, P.. **A Mathematician's Lament**. Bellevue Literary Press, 2009.

MARIANI, M.. **Cartografia e investigação matemática: possibilidades para uma intervenção Pedagógica com estudantes do 9º ano do ensino fundamental**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 30 ago. 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2189>.

MONK, M.; DILLON, J.. **Learning to teach science: Activities for students, teachers and mentors**. London: Falmer Press, 1995.

NASCIMENTO, R. A. do. **Explorando função do 1º grau com estudantes do 1º ano do ensino médio utilizando investigação matemática**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 28 fev. 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2523>.

OECD, **21st-Century Readers: Developing Literacy Skills in a Digital World**, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/a83d84cb-en>, 2021.

OLIVEIRA, H.; PONTE, J. P.; SANTOS, L.; BRUNHEIRA, L. **Os professores e as atividades de investigação**. In: In ABRANTES, P.; PONTE, J. P.; FONSECA, H.; BRUNHEIRA, L. (Orgs.). **Investigações matemáticas na aula e no currículo**. (pp. 97-110), Lisboa: APM, 1999.

ORTON, A.; FROSBISHER, L. J. **Insights into teaching mathematics**. Reino Unido, Cassell, 1996.

PASSOS, A. Q.; TRINDADE, A. R. C.; ZÔMPERO, A. de F.. Tarefas de Investigação no Ensino Fundamental: Uma Experiência. **UNOPAR Cient., Ciênc. Human. Educ.**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 5-13, Out. 2012.

PONTE, J. P. da; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H.. **Investigações matemáticas na sala de aula**, 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

REHFELDT, M. J. H., RUTHNER, B. Z., GIONGO, I. M., QUARTIERI, M. T.; GONZATTI, S. E.. Tarefas Investigativas nos Anos Iniciais: Estratégias e Conjecturas Desenvolvidas pelas Crianças. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, 14(2), 163–172, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.17921/2176-5634.2021v14n2p163-172>>. Acesso em 25 set. 2023.

SCHMITT, F. E. **Abordando geometria por meio da investigação matemática: um comparativo entre o 5º e 9º anos do Ensino Fundamental**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, maio 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/831>.

SOARES, C. J. F. **Investigação matemática no ensino de derivadas em uma turma de licenciatura em matemática**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 20 dez. 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/2808>.

TUDELLA, A., FERREIRA, C., BERNARDO, C., PIRES, F., FONSECA, H., SEGURADO, I., VARANDAS, J. Dinâmica de uma aula com investigações. In: ABRANTES, P. et al. **Investigações matemáticas na aula e no currículo**. Lisboa: APM, p. 87-96, 1999.

VIEIRA, G.; ALEVATTO, N. S. G. A.. Tecendo relações entre Resolução de problemas e Investigações Matemáticas nos Anos Finais do Ensino Fundamental. **Anais do Encontro de Produção Discente PUCSP/Cruzeiro do Sul**. São Paulo. p. 1-13. 2012.

WACHILISKI, M.. **Didática e Avaliação: Algumas perspectivas da Educação Matemática**. Curitiba: Ibpex, 2007.

WELLINGTON, J. **Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches**. London and New York: Routledge, 2000.

WICHNOSKI, P. KLÜBER, T. E. A (re)formulação de Tarefas de Investigação Matemática. **REVEMAT**, Florianópolis (SC), v.13, n.1, p.59-75, 2018.

YEO, J. B. W. Mathematical investigation proficiency among Singapore secondary school students: An exploratory study. **Southeast Asian Mathematics Education Journal**, 4(1), 3-21, 2014.

11

A CARTOGRAFIA SOCIAL COMO FERRAMENTA DE PESQUISA EM ETNOMATEMÁTICA⁴⁶

Marcos Marques Formigosa⁴⁷
Ieda Maria Giongo⁴⁸

Introdução

O ensino é um processo no qual situações cotidianas diversas ocorrem, sendo compreendido como algo inacabado e em constante transformação – ainda mais quando nos reportamos às práticas desenvolvidas em contextos diversificados, incluindo os povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais. No campo educacional, desenvolver pesquisas a partir desses contextos e com os sujeitos que o constituem é um desafio e não é a intencionalidade de mensurar quantitativamente o dinamismo individual e coletivo existente, pois os sujeitos são únicos, o lugar que ocupam também é, e a relação que é estabelecida entre esses sujeitos e o contexto está condicionada às suas ações. O desenvolvimento de pesquisas nesses territórios é possível a partir de uma relação dialógica permanente, tanto no aspecto individual, quanto coletivo.

Considerando sua amplitude e, como esta tem se consolidado nos diferentes níveis e modalidades de ensino, bem como nas mais variadas formas epistemológicas, nos ancoramos no Programa Etnomatemática que, com seus distintos olhares, tem permitido trazer relevantes contribuições para a escola, o currículo e os processos de ensino e de aprendizagem da Matemática Escolar. Além disso, tem contribuído em outras frentes como forma de resistência de muitos grupos socioculturais que, historicamente, vêm sofrendo processos de exclusão e silenciamentos, considerando que “[...] visa explicar os processos de geração, organização e transmissão de conhecimento em diversos sistemas culturais (D’Ambrosio, 1990, p. 9).

Apoiados em Moreira e Rosa (2016, p. 7-8), buscamos “[...] uma *interpretação dos significados*⁴⁹ atribuídos pelos sujeitos a suas ações em uma *realidade socialmente construída*⁵⁰”, não com a intenção de certificar-la, pois ela não necessita disso para existir, mas como possibilidade de possibilitar a visualização de outras racionalidades, matemáticas, inclusive, que emergem desses contextos. O Programa Etnomatemática, a partir das suas diferentes

46 Parte desse texto foi apresentado no 6º CBEm – Congresso Brasileiro de Etnomatemática.

47 Doutor em Ensino pela Universidade do Vale do Taquari (Univates). Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará (UFPA). Docente do curso de Licenciatura em Educação do Campo e do Programa de Pós-Graduação em Estudos em Etnodiversidade (PPGEtno/UFPA)

48 Doutora em Educação pela Universidade Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Professora Titular do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Univates. Docente dos Programas de Pós-Graduação em Ensino (PPGEnsino) e Ensino de Ciências Exatas (PPGECE) da Univates.

49 Como no original.

50 idem.

perspectivas teóricas, tem ajudado a pensar (e a fazer) uma educação que seja pautada na valorização da diferença, buscando conhecer e compreender as diferentes formas com que os grupos sociais produzem conhecimento, incluindo aqueles que elucidam essas outras racionalidades.

Para D'Ambrosio (1990) o conhecimento é gerado pela necessidade de lidar com o contexto em que se está imerso, buscando respostas aos problemas e situações distintas que emanam de diferentes situações diárias, como forma de garantir sua vivência, permanência e sua transcendência. É com essa perspectiva que a Etnomatemática ganhou espaço e criou suas bases epistemológicas que trouxeram fortalecimento ao programa, num primeiro momento, por meio de ações educativas que implicavam diretamente em práticas pedagógicas na sala de aula, com algumas delas pensadas e/ou problematizadas a partir de seis dimensões: conceitual, histórica, cognitiva, epistemológica, política e educacional.

D'Ambrosio (2005) aponta que historicamente a produção do conhecimento matemático tem sido feita por grupos dominantes, que propagaram a ideia de que a Matemática é uma linguagem universal, assumindo, muitas vezes, o status de divindade e que não haveria margens para que se admita variações. Para o autor, a Matemática propagada ratifica a ideia de que o conhecimento é produzido por um grupo que dela faz uso para exercer domínio e controle, pois ainda é considerada uma ferramenta não passível de questionamentos, marginalizando outras formas de pensamento, pois essa Ciência, aos moldes que está posto, “[...] se apresenta como a linguagem de um deus mais sábio, mais milagroso e mais poderoso que as divindades e outras tradições culturais” (D'AMBROSIO, 2005, p. 48).

Entretanto, muitos pesquisadores têm se debruçado a ir além das delimitações impostas pelas instituições de ensino, dentre elas a escola, que frequentemente tem demarcado seu espaço como sendo o único possível para desenvolver aprendizagem, principalmente quando se trata da Matemática. Percebemos então, que há entrelaçamentos entre as pesquisas emergentes da Etnomatemática com as propostas de ações educativas, a partir do momento em que aponta que a Matemática é produto da cultura, que traz implicações diretas na produção da subjetividade dos sujeitos escolares, incluindo a perspectiva pós-estruturalista⁵¹ (Knijnik *et al.*, 2019). E ela pode ocorrer, também, fora dos espaços escolares, como o trapiche de uma escola ribeirinha, por exemplo, que é ponto de chegada e de partida de pessoas (alunos, professores, pais, etc.) ou de outras comunidades e escolas que se situam em contextos diversos no meio rural brasileiro.

Para tanto, pesquisas dessa natureza demandam diferentes abordagens teóricas e metodológicas que dialoguem não apenas com o objeto de análise, mas, sobretudo, com as “formas” que utilizamos para acessarmos tais objetos, incluindo as ferramentas que acompanham o desenvolvimento e seus possíveis desdobramentos.

A partir do recorte metodológico de uma pesquisa que desencadeou a construção de uma tese⁵² de doutoramento em Ensino, desenvolvido numa região insular da Amazônia Paraense, o artigo em tela analisa os contributos da Cartografia Social como uma das ferramentas de pesquisa no campo da Etnomatemática junto a povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais de distintos contextos. Para tanto, metodologicamente a

51 Não é nossa intenção aprofundar a discussão sobre esta perspectiva, apenas a mencionamos por ser esta a que subsidiou a produção da tese de Formigosa (2021).

52 A tese foi construída no Programa de Pós-Graduação em Ensino da Univates e venceu o Prêmio CAPES de Tese 2022 na área de Ensino e o Grande Prêmio CAPES de Tese do Colégio de Ciências Exatas, Tecnológicas e Multidisciplinar.

pesquisa de doutorado se desenvolveu com inspirações etnográficas, no período de 2017 a 2019 e, dentre as várias ferramentas utilizadas nesse processo, destacamos a Cartografia Social que, para este texto, foi explorado a partir de uma pesquisa bibliográfica. Assim, o texto em tela apresenta, além desta introdução, um recorte sobre o percurso metodológico com aspirações etnográficas da tese desenvolvida, seguida da proposta de uso da Cartografia Social como possibilidades de pesquisa em Etnomatemática e, por fim, as considerações finais.

Caminhos para uma pesquisa em etnomatemática

A busca por ferramentas de pesquisa para o desenvolvimento da tese se deu a partir da escolha do método e do tipo de pesquisa quanto à abordagem. Diversas formas de fazer pesquisa em Etnomatemática tem sido desenvolvida em distintos contextos, sejam urbanos ou rurais em comunidades quilombolas, indígenas, ribeirinhas e outros.

E mesmo que tenhamos desenvolvido pesquisas junto a sujeitos ribeirinhos em outros momentos e em outros espaços, foi preciso trocar ou adaptar os apetrechos de pesca, pois os peixes daqui são diferentes daqueles que já pesquisamos em outros rios (Formigosa, 2015; Formigosa; Lucena; Costa; 2017), e são necessárias outras estratégias para pescá-los. Assim, ao propor desenvolver a pesquisa junto aos alunos ribeirinhos da escola e comunidade lócus da pesquisa, bem como com seus familiares, foi necessário fazer vivência com eles, em diferentes momentos, diferentes espaços de sociabilidade e densidade de tempo, que serão explanados mais adiante neste capítulo.

A partir desses apontamentos, e considerando que estudamos apenas aquele grupo social específico, de um dado contexto ribeirinho amazônico, o percurso metodológico adotado foi a pesquisa com aproximações Etnográficas (Flick, 2009; Schefer, 2015; Wanderer; Schefer, 2016), pois foi por meio dela que tivemos possibilidades de uma maior aproximação com os interlocutores e no campo da Etnomatemática grande parte delas fez uso dessas aproximações.

Mergulhar no Rio Xingu com apoio da etnografia foi necessário, pois fomos conduzidos de forma mais apropriada para que, ao retornar à superfície, trouxéssemos conosco outras aprendizagens, que são próprias das culturas daqueles sujeitos. Assim, buscamos na etnografia aporte para o estudo de práticas de um grupo sociocultural específico, nas suas múltiplas manifestações, inclusive no contexto ribeirinho, que se difere de um local para outro, mesmo dentro dos rios da Amazônia, ou até mesmo no próprio Rio Xingu, considerando suas características hidrográficas, conforme delineado a seguir.

Nesse sentido, quando imersos no rio, a pesquisa etnográfica apresentou uma série de vantagens, pois possibilitou adaptações para a emergência de dados, em decorrência da natureza da investigação e das condições do campo empírico. Flick (2009) salienta que, diferente de outros tipos de pesquisa, a etnografia consegue identificar dados ainda não estruturados e sua análise se dá por meio da interpretação dos significados atribuídos às práticas que são desenvolvidas pelos sujeitos.

Outro fator importante pela opção do método, foi o de considerar que os alunos ribeirinhos, em grande medida, fossem os protagonistas no decorrer desta pesquisa, possibilitando que eles se vissem potencialmente motivados a participar desses momentos. Para tanto, precisávamos de uma ferramenta – além das convencionalmente encontradas

nas pesquisas etnográficas -, que fosse capaz de envolver as crianças da escola que, por ser multissérie, possui alunos de diferentes idades.

Nesse sentido, considerando os desdobramentos da pesquisa etnográfica e apoiados em D'Ambrosio (2006, p. 19), optamos pela abordagem qualitativa dos dados pois “[...] é o caminho para escapar da mesmice. Lida e dá atenção às pessoas e às suas ideias, procura fazer sentido de discursos e de narrativas que estariam silenciosas”. Portanto, foi mais uma oportunidade que encontramos para romper com velhos paradigmas que ainda estão presentes na pesquisa científica e nos oportunizou a abertura para o diálogo na construção desses saberes junto aos povos e comunidades tradicionais do Rio Xingu.

É em cenários como este que Knijnik (2016) sinaliza para a relevância do olhar cuidadoso para as manifestações diversas numa forma de vida, que são, segundo a autora, “[...] como uma engrenagem que possibilita a produção dos jogos de linguagem” (Knijnik, 2016, p. 23), e é por meio desses jogos que as subjetividades dos sujeitos se manifestam com suas regras próprias, conforme suas especificidades.

Mas essa sensibilidade requer estar atento para esses fatos que se demonstram por meio do comportamento e atitude das pessoas, manifestadas por meio dos mais simples gestos, falas, olhares etc. É preciso manter-se vigilante a tudo o que ocorre à sua volta, até porque cada um dos sujeitos tem a sua subjetividade e mesmo que convivam no mesmo espaço, podem ter comportamentos/ações que destoam dos demais, compreender o porquê dessas variações interessa à pesquisa qualitativa.

Assim, “[...] a pesquisa qualitativa é de particular relevância ao estudo das relações sociais devido às pluralizações das esferas de vida. [...]. Essa pluralização exige uma nova sensibilidade para o estudo empírico das questões” (Flick, 2009, p. 20). Deve-se considerar ainda que os dados que emergem de uma pesquisa qualitativa não são obtidos de forma isolada, mas de relações humanas que se desenvolvem em determinado contexto, portanto é necessário considerar as variáveis existentes ou que venham a existir no decorrer do percurso da pesquisa.

É com essa explanação que mergulhamos no universo dos alunos ribeirinhos do Rio Xingu, na perspectiva de encontrar, descrever e analisar, os elementos daquela teia cultural (Geertz, 2008), que não se revelam apenas na superfície de suas águas, ou às margens do rio, mas nessa relação de interdependência e dialógica que apontei anteriormente e que trazem muitas outras ‘linguagens’ nas diferentes formas de vida (Wittgenstein, 1999). Portanto, tornou-se necessário imergir, mergulhar, para conseguir olhar para além daquilo que um olhar, que por vezes desatento, não consegue ver ou perceber.

Cartografar práticas etnomatemáticas: novas possibilidades de pesquisas

O interesse por essa ferramenta se deu por demandar dos alunos uma participação ativa, pois eles precisariam desenhar diversas coisas presentes ou atinentes na comunidade de pertença e “fugiria” de outras iniciativas convencionalmente utilizadas para pesquisas dessa natureza. No entanto, o primeiro contato com ela se deu por ocasião da realização do curso de Especialização em Extensão Rural, Sistemas Agrários e Ações de Desenvolvimento na UFPA, pelo primeiro autor. Naquele momento, diferentes estratégias teóricas e metodológicas foram apreendidas com a finalidade de se traçar um panorama de uma dada comunidade camponesa.

Segundo Oliveira (2018), a cartografia social tem ajudado, metodologicamente, a desenvolver pesquisas no campo da educação intercultural, em especial no contexto amazônico. Essas pesquisas têm o intuito de “[...] compreender a organização social dos lugares, saberes, práticas, relações e configurações socioespaciais que são produzidas e/ou que se reproduzem nos territórios existenciais” (Silva *et al.*, 2011, p. 72).

Partimos da compreensão de que a Cartografia Social é um instrumento metodológico que contribui para o levantamento de informações sobre os saberes que determinado grupo social possui sobre seu lugar de pertença, território e suas diferentes formas de manifestações existentes (sejam culturais, religiosas, econômicas, sociais, políticas e outras), conforme apontam Ladin Neto, Silva e Costa (2016). Para esses autores, a Cartografia Social, “[...] visa à construção de mapas levando-se em consideração múltiplas dimensões a saber, coletiva e participativa, necessárias para a produção do conhecimento presente no território” (Ladin Neto, Silva e Costa, 2016, p. 57). Assim, essa ferramenta ajuda a construir, em conjunto com a comunidade, as representações que os moradores dela possuíam sobre o local, com o intuito de ampliar as informações e construir ou sugerir estratégias de possíveis intervenções na comunidade.

A cartografia social construída pelas crianças não teve a intenção de fazer essas intervenções (ao menos para aquele momento, pois a pesquisa possibilitou outros desdobramentos na comunidade *a posteriori*, em dados que estão em construção para textos futuros), mas permitiu conhecer qual significado e sentido são atribuídos aos signos que surgiriam nos mapas⁵³, nos demais desenhos e narrativas. Aqui ressaltamos a relevância que as narrativas das crianças tiveram nesse processo, pois como tratava-se de crianças de diferentes idades, algumas delas tinham maior habilidade escrita que outras, mas no momento da fala expressavam-se com domínio de diferentes assuntos, principalmente aqueles que condiziam com as suas formas de vida.

Tais aprendizagens são absorvidas, em grande medida, pela escuta das conversas entre os mais velhos, que ocorrem em diferentes lugares - nos portos dos moradores, na hora do banho (diário) na beira do rio, quando lavando as louças e/ou as roupas às margens do rio, na hora da pescaria, no trajeto para casa ou para a escola, em rodas de conversas no café da manhã ou na hora de dormir.

Segundo Oliveira e Santos (2007, p. 1):

[...] é na “cultura da conversa” que ocorre muitas transmissões de saberes entre as gerações, nos diferentes espaços, para além da escola: Nas comunidades rurais-ribeirinhas a cultura amazônica, além do espaço escolar, é expressa na «cultura da conversa», oralidade dos mais antigos, que se utilizam dos espaços comunitários e religiosos para a transmissão dos saberes, dos valores e da tradição social das populações locais, configurando uma prática na qual a cultura é fundamental no processo de formação social dessas comunidades.

A prática da oralidade ocorre em diversos momentos e permite que os saberes culturais desses grupos sejam apreendidos e ajudam a construir a identidade coletiva. Nesses momentos, os ribeirinhos conseguem dialogar sobre os mais diversos assuntos que perpassam a caça, a pesca, o plantio ou mesmo as atividades de cunho social e político, que vão se estabelecendo nas relações sociais e afetivas que são construídas dentro dessa rede.

53 Ao todo foram construídos quatro mapas pelas crianças. No entanto, faremos uso de apenas um deles como elucidação.

Por meio deles foi possível conhecer a comunidade pelo olhar das crianças, apontando quais *semelhanças de família* os seus *jogos de linguagem* possuem com os conteúdos matemáticos, fugindo da construção pragmática encontrada nas aulas, ditas convencionais, de Matemática.

A cartografia social difere da forma convencional de como é trabalhada a cartografia em determinadas escolas conteudistas, que leva os estudantes a identificarem no mapa elementos da paisagem apenas com o intuito de localizar pontos e debater exclusivamente os conceitos dos elementos cartográficos. Essa prática torna o mapa estéril, distanciado do cotidiano dos jovens. A proposta da cartografia social não é fazer um estudo do meio ambiente dos jovens, perspectiva que trabalha muito mais a forma (relações projetivas e euclidianas), negligenciando ou deixando para segundo plano o trabalho com o conteúdo significativo dos símbolos. Nas oficinas de cartografia social a ênfase é dada aos símbolos produzidos para a legenda do mapa, que carregam consigo um conjunto de significados construídos pela peculiaridade individual e pela própria subjetividade coletiva (Lima; Costa, 2012, p. 84, grifos nossos).

Esse instrumento possibilitou conhecer um pouco mais a comunidade e nossos interlocutores, a partir das representações que as crianças fazem do local e de si, pois como aponta Bocasanta (2016, p. 58) “[...] quando uma criança desenha, pinta, move-se, dança, dramatiza, fantasia-se ou canta, estaria oferecendo uma imagem de si”. Elas conseguem mostrar o “olhar” que têm sobre o espaço onde vivem, a partir das relações sociais que são estabelecidas entre elas e com as outras famílias, incluindo os mais velhos, além das outras pessoas que transitam pela comunidade.

É a partir dessa relação e vivência que as crianças têm, que propusemos a elas o desenvolvimento dessa atividade, pedindo às mesmas que construíssem um mapa que facilitasse a minha visita à casa deles, quando retornasse em outros momentos para dar andamento à pesquisa, que seria chamado mapa da comunidade cachoeira do Jabuti. Não apenas por isso, mas para averiguar junto a elas suas noções de espaço, de referências, de deslocamento, além de ampliar minha visão sobre aquele lugar e planejar as ações futuras que desenvolvi junto aos alunos na escola e na comunidade.

Acreditando que o trabalho com desenhos estimularia mais ainda a participação das crianças e levando em consideração as assertivas dos autores supracitados, que acreditam que os saberes dos sujeitos também podem ser representados por imagens e desenhos, levamos materiais adequados para essa finalidade. Assim, os alunos foram convidados a elucidar como percebiam e projetavam a comunidade, possibilitando com que eu visualizasse aspectos até então não vistos por mim, como pesquisador (Oliveira; Oliveira; Silveira; 2018).

Após uma explanação, distribuímos aos alunos materiais para que desenhassem a representação da comunidade, incluindo a escola, as casas dos moradores, as plantas, os animais, o rio e outros elementos que constituíam o cenário, que para eles eram muito determinantes dentro dos seus imaginários. Sarmiento (2003), pontua, por exemplo, que o imaginário das crianças ultrapassa a ideia de cultura construída para elas pelos adultos. Para ela, as crianças são capazes de construir sua própria cultura, como as brincadeiras comumente encontradas nas rodas de crianças, mas que dentro de cada contexto pode ter outros contornos.

Vale ressaltar que no decorrer da construção dos mapas, fomos indagando coisas das crianças sobre seus modos de vida naquele lugar, tais como: onde se banhavam, onde seus pais pescavam, a existência de animais silvestres (como onças, cobras, por exemplo), além

de querer saber o local onde brincavam, se tinham animais domésticos e que registrassem algo que acreditam ser imprescindível e que não poderia faltar no mapa. Conforme íamos estimulando as crianças, os desenhos iam sendo construídos, ou outras estórias iam sendo verbalizadas.

A divisão por ano e, conseqüentemente, por faixa etária, ajudou na confecção, pois para a construção da Cartografia Social com crianças dessa idade, é um fator que deve ser levado em consideração, como recomendam Lima e Costa (2012, p. 83- 84):

A condição etária é um elemento que aparece como uma forma de limitar a emancipação dos jovens ou de garantir uma liberdade vigiada, o que pode lhes permitir ter maior ou menor mobilidade entre os diferentes espaços de vivência. Isto implica na diferença das produções em razão das experiências sociais das faixas etárias: as crianças com menos experiências socioespaciais (mobilidade restrita) limitam-se em representar, pontualmente, o espaço da escola, da igreja ou da sua residência, enquanto que os adolescentes representam a sua territorialidade numa espacialidade mais ampliada, resultante de suas interações com os diversos elementos remotos do espaço geográfico.

As assertivas dos autores se comprovaram quando, ao finalizar o trabalho, observamos os mapas por eles construídos, com elementos que os caracterizavam a partir das suas experiências e vivências naquele lugar, conforme sua faixa etária, com elementos que se destacam em um mapa, mas que não estão presentes nos outros, e vice-versa. Tal ideia está assentada na obra de (Bocasanta, 2016, p. 58), quando expressa que “Ainda que a linguagem artística desenhar, ensinada na escola pareça à primeira vista “livre”, ela se constituiu em uma prática, em um jogo de linguagem, [...] que obedece a certas regras, que vão aos poucos sendo assimiladas por cada criança”

A partir da Figura 1, por exemplo, construída em conjunto pelas crianças do 1º ano, com idade entre seis e sete anos, é possível ter uma dimensão do olhar que elas têm e como percebem o seu lugar de pertença e por meio deles aferir quais *jogos de linguagem matemáticos* estão presentes nessa representação da comunidade. Os elementos que elas apresentam, por meio dos desenhos, mostram como vão se construindo enquanto sujeitos que, diariamente, lidam com o rio, a mata, os animais, a partir das suas experiências e imaginários que foram construindo, mesmo com pouca idade. É necessário, portanto, que as práticas culturais dessas crianças sejam consideradas nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática (Knijnik, 2017).

Figura 1: Mapa da comunidade construído pelas crianças do 1º ano



Fonte: Formigosa (2018)

Como mencionado, este mapa foi construído de forma coletiva que, inicialmente, era constituído apenas pelas crianças deste nível, mas recebeu ajuda dos colegas quando foram explanados de forma oral ou mesmo no seu processo de construção, pois os alunos ficaram verbalizando o que faziam e outros opinaram (isso se aplica aos demais mapas construídos pela turma). No entanto, cabe ressaltar que desde o primeiro momento, houve um processo de organização entre eles. O primeiro deles foi eleger um local de partida (a ilha em frente à escola), para que depois se distribuíssem na mesa conforme a localização da casa de cada um daquele grupo. Então ao olhar para o grupo fazendo a atividade, tinha-se uma dimensão da localização deles no rio, que ficou mais evidente ao finalizarem o mapa.

Num primeiro olhar, no mapa construído pelos alunos do 1º ano, é perceptível que evidenciaram coisas que, para eles, é grande e que tomam como referencial, como a escola e suas respectivas casas. Mas, trouxeram elementos que mais se destacam em torno dela, como as árvores e alguns animais silvestres (como o tatu) e o desenho do sol. Há ainda representação de peixes e pequenas embarcações, como a voadeira, além de um destaque para o rio. Lima e Costa (2012, p. 83), chamam a atenção para o fato de que, na construção da Cartografia Social, “[...] as crianças com menos experiências socioespaciais (mobilidade restrita), limitam-se em representar, pontualmente, o espaço da escola, da igreja ou da sua residência”, no entanto, independentemente da idade, conseguem representar, por meio dos desenhos, os elementos que abarcam o contexto da comunidade, conforme suas impressões e imaginários.

Por meio da cartografia, foi possível conhecer também as ‘limitações’ que elas possuem nos deslocamentos na comunidade, determinadas pela própria família, ou seja, as crianças não podem deslocar-se aleatoriamente pela comunidade, em especial em lugares que é perigoso para elas, como, por exemplo, andar em canoa a remo ou em rabudo, pela cachoeira, sem acompanhamento de um adulto.

A territorialidade das crianças e adolescente não possui uma delimitação fixa ou física, pois as restrições no deslocamento desses jovens pelo território variam conforme os sistemas de relações sociais existentes entre o indivíduo e a comunidade, que pode, didaticamente, ser explicada pelas concessões negociadas ou impostas pelas diferentes esferas de domínio familiar, religioso, associativo e comunitário (Lima; Costa, 2012, p. 83, grifos nossos).

Mas isso não impede que elas conheçam o lugar a partir daquilo que escutam dos mais velhos, por meio das atividades desenvolvidas nas ações cotidianas, como a caça, a pesca ou na agricultura. Assim, elas conseguem agregar uma visão mais ampliada sobre aquilo que de fato tem acesso físico. Muitos desses elementos estão incorporados às suas práticas cotidianas dentro daquele espaço, construído a partir das relações sociais que são estabelecidas, bem como a forma como ocupam o espaço.

Os elementos “cartografados” nos mapas situacionais representam o produto das relações sociais que se manifestam no cotidiano das crianças e adolescentes, configurando a importância dos objetos para esses jovens como um elo de interação na sua reprodução sociocultural, onde estão incorporadas, historicamente, as normas de uso, podendo ser fruto tanto da tradição local quanto das políticas governamentais. Esse conjunto de regras e normas configura, também, o modo como as crianças e adolescentes estabelecem a sua vivência e usam o território (Lima; Costa, 2012, p. 83).

Após a conclusão desse momento, as crianças foram estimuladas a explorar sobre o que fizeram de forma oral, para os demais colegas como para a professora, que foi convidada a voltar para sala e vir assistir à apresentação. A intenção desse momento para mim foi explorar mais ainda os símbolos que as crianças criaram, a partir das suas subjetividades, que estavam ali materializadas, para conseguir abarcar a maior quantidade de jogos de linguagem que poderiam não constar no desenho, mas que poderiam surgir no momento da verbalização feita.

O recurso da oralidade, registrado paralelamente à apresentação do mapa situacional, permite aos jovens expressarem os seus desejos, as emoções pelas atividades lúdicas, assim como as suas angústias ou medos (topofobia) no uso dos elementos socioculturais existentes no espaço de vivência. Essas informações vêm à tona com as intervenções do pesquisador que instiga os jovens sobre a importância dos símbolos no contexto da comunidade (Lima; Costa, 2012, p. 85, grifos nossos).

As crianças que desenharam este mapa (Figura 1), fizeram a apresentação oral do que cada uma delas desenhou. Como observado no mapa, os desenhos ficaram distantes um do outro, o que nos levou a indagar por que fizeram naquele formato e, como saberia qual seria a casa de cada uma delas, caso fosse visitá-los. Nesse momento, uma das alunas disse:

“A casa do E fica no meio, porque é aqui mesmo na escola e ela não fica na beirinha do rio, fica mais dentro... A minha fica mais pra cima, passando a cachoeira, e bem na beira do rio. A da K, fica mais pra baixo e é bem escondida, não dá de vê do rio” [fazendo gestos com a mão, como forma de indicar a direção] (Aluno J).

As enunciações feitas pela criança mostram as ideias que elas têm de como estão distribuídas no espaço e como suas casas as ocupam. Além disso, conseguem compreender as ideias de lateralidade, e tomam como referência ao acima e ao abaixo, a partir da direção do rio. Nesse nível de escolaridade, as crianças estão passando pelo processo de alfabetização que inclui o componente Matemática, conforme observamos no Plano de

ensino unificado do ciclo de alfabetização (1º, 2º e 3º ano do ensino fundamental) utilizado pelas escolas da rede municipal de Altamira e que foram analisados por Formigosa (2021).

Segundo o plano, os alunos desse nível de ensino devem:

Explicitar e/ou representar informalmente a posição de pessoas e objetos, dimensionar espaços, utilizando vocabulário pertinente nos jogos, nas brincadeiras e nas diversas situações nas quais as crianças considerarem necessário essa ação, por meio de desenhos, croquis, plantas baixas, mapas e maquetes, desenvolvendo noções de tamanho, de lateralidade, de localização, de direcionamento, de sentido e de vistas; - Descrever, comparar e classificar verbalmente figuras planas ou espaciais por características comuns, mesmo que apresentadas em diferentes disposições (por translação, rotação ou reflexão), descrevendo a transformação com suas próprias palavras (Altamira, 2015, p. 15).

Podemos perceber que não há referências sobre os modos de vida dos sujeitos ribeirinhos, ou nenhuma sugestão de atividades que poderiam abordar esses modos de vida dentro desses conteúdos. Portanto, torna-se indispensável que iniciativas dessa natureza mobilizem outros saberes que sejam capazes de contribuir nos processos de ensino e de aprendizagem das crianças.

Para além dos conteúdos matemáticos que foram evidenciados nos desenhos e nas narrativas, a cartografia nos permitiu conhecer a relação dos estudantes e seus familiares com os elementos atinentes à atividade da pesca que estão para além da atividade em si, mas das subjetividades imbricadas em cada um. Isso ficou evidenciado quando solicitamos aos estudantes que trouxessem para a escola um dos apetrechos de pesca que a família possuía. As crianças trouxeram a malha (malhadeira), a tarrafa, o anzol, o remo, a lanterna e o caniço. No entanto, apenas um dos alunos não trouxe o material, porque os pais não permitiram, alegando o seguinte:

“essas coisas não são para “brincar”, porque pode “deixar panema” (Aluna K).

Indagadas sobre o significado dessa expressão, ouvimos o seguinte relato:

“É quando não pega mais nenhum peixe” (Aluna K).

“É porque, tio, tem gente que não tem mão boa para pescar, nem pra caçar e se pegar nisso [mostra pra malhadeira], deixa a ‘panemeira’ nela” (Aluno G)

Nas colocações feitas pelas crianças, percebemos a relação que as pessoas do lugar possuem com suas “ferramentas” de trabalho, que transcende a relação existente exclusiva do uso e desuso das coisas, perpassando a construção de uma relação afetiva, de cuidado do seu manuseio. Como poderia entregar para desconhecidos, aquilo que garante o alimento diário da sua família? Qual o sentido daquela ação?

As assertivas dos moradores da comunidade, exploradas pelas crianças, mostram que as práticas de pesca por eles realizadas se materializam, também, em rituais e crenças que foram aprendendo com seus antepassados, e que está sendo apreendido pelas crianças daquele lugar, sendo alimentada pelo imaginário que elas possuem, corroborando com as ideias de Wittgenstein (1999, p. 68), de que “[...] as coisas estão ocultas pela sua simplicidade e trivialidade”. Poderia considerar como algo negativo a criança não trazer o que lhe fora pedido, mas é possível perceber que aprendemos também por meio desse saber único dos moradores do lugar, dos sentidos que conseguem atribuir para os objetos, em contraponto

às conjecturas ordinárias enraizadas no contexto da escola. Essa forma de atribuir sentido e significado, a partir das suas experiências, configura-se por valores que se entrelaçam em suas ações e nas ações dos outros sujeitos com os quais se relacionam.

Estimular as crianças a desenharem e a falarem sobre como viam a comunidade, foi a possibilidade encontrada para alimentar esse imaginário que se desenvolve, segundo Sarmiento (2003, p. 14) de forma sistemática, “[...] a partir do que observam, experimentam, ouvem ou interpretam da sua experiência visual, ao mesmo tempo que as situações que imaginam lhes permite compreender o que observam, interpretando novas situações e experiências [...]”. Assim, para a autora, as crianças acabam rompendo e resistindo com a lógica mercantil imposta a elas e isso fica evidenciado quando as crianças retratam o lugar onde estão, produzindo outras linguagens próprias daquele contexto em que estão inseridas.

Essas diferenças naturais enriqueceram ainda mais o que tínhamos produzido, sinalizando que as diferenças etárias podem ser delimitadoras para a exploração do espaço. As crianças demonstraram grandes habilidades para construir a cartografia, que nos seus traços, bem como na forma como as construíram, ou seja, nos seus diferentes *jogos de linguagem e semelhanças de famílias* que remetem à Matemática Escolar a partir das ideias adotadas de Wittgenstein (1999). Essas assertivas se desenvolveram em diferentes momentos, tanto na forma escrita, como na forma oral, ou gestual, conforme o desenvolvimento das atividades que sempre teve as crianças protagonizando o processo.

Considerações finais

As pesquisas com povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais demandam um olhar atento e cuidadoso. Fazer uso de ferramentas adequadas que possibilitem ter acesso a distintos saberes que são mobilizados nesses contextos e pelos sujeitos que o constituem é fundamental, principalmente quando se trata de pesquisas com crianças, que poucas vezes são “escutadas” para expressar suas percepções acerca do seu lugar de pertença.

A Cartografia Social nos ajudou nesse processo, pois percebemos o amplo domínio que elas possuem acerca do seu lugar de pertencimento, tanto da flora quanto da fauna, bem como de práticas cotidianas desenvolvidas por homens e mulheres, e que muitas dessas práticas também são desenvolvidas por elas e vão ganhando sentido e significado conforme o uso que é dado a cada uma. Tais práticas são apreendidas por meio da transmissão oral dos mais velhos ou ainda por observarem como elas são desenvolvidas. No decorrer da construção desses mapas, além dos desenhos por elas construídos, muitos saberes foram sendo verbalizados, conforme eram estimulados pelos pesquisadores, ou por algum outro colega, com narrativas mais detalhadas sobre uma ou outra questão decorrente das diversas situações cotidianas que ocorrem naquele lugar.

Ratificamos a potencialidade do campo da Etnomatemática na perspectiva pós-estruturalista para subsidiar pesquisas diversas sobre as práticas distintas que se desenvolvem nos modos de vida de povos e comunidades tradicionais, particularmente os ribeirinhos, onde são mobilizados distintos *jogos de linguagem* matemáticos, inclusive. As práticas que são desenvolvidas nas atividades de pesca, caça e agricultura são carregadas de saberes diversos, carecendo essas duas últimas de uma atenção para pesquisas futuras, pois mesmo que possuam similaridades, em alguns aspectos, há suas peculiaridades que

merecem uma atenção especial e a cartografia Social foi uma ferramenta essencial nesse processo

Referências

ALTAMIRA. **Plano de ensino unificado do ciclo de Alfabetização** (anos iniciais do Ensino Fundamental). Secretaria Municipal de Educação, Altamira (PA), 2015.

BOCASANTA, D.M.. Crianças catadoras e práticas matemáticas. WANDERER, F., KNIJNIK, G.. (Org.). **Educação Matemática e Sociedade**. 1ed.São Paulo: Livraria da Física, 2016, 1. ed. p. 51-68.

D'AMBROSIO, U.. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer**. São Paulo: Editora Ática, 1990.

D'AMBROSIO, U.. **Sociedade, cultura, matemática e seu ensino**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 99-120, jan./abr. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ep/v31n1/a08v31n1>. Acesso em 15 jun. 2018.

D'AMBROSIO, U.. Prefácio. BORBA, M. C., ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2006. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

FLICK, U.. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FORMIGOSA, M. M. **Um navegar pelos saberes da tradição das ilhas de Abaetetuba (PA) por meio da Etnomatemática**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2015.

FORMIGOSA, M. M.; LUCENA, I. C. R.; SILVA, C. A. F. Um navegar pelos saberes da tradição na Amazônia ribeirinha por meio da Etnomatemática. **Revista Latinoamericana de Etnomatemática: Perspectivas Socioculturales de la Educación Matemática**, v. 10, n. 1, 2017.

FORMIGOSA, M. M. **As etnomatemáticas de alunos ribeirinhos do rio Xingu: jogos de linguagem e formas de resistência**. 2021. 263f. Tese (Doutorado em Ensino). Universidade do Vale do Taquari, Lajeado (RS), 2021.

FOUCAULT, M.. **As palavras e as coisas**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

FOUCAULT, M.. O sujeito e o poder. DREYFUS, H. L.; RABINOW, P. **Michel Foucault: uma trajetória filosófica: para além do estruturalismo e da hermenêutica**. Tradução de Vera Portocarrero. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.

FOUCAULT, M. **A ordem do discurso: aula inaugural no College d'e France, pronunciada em 2 de dezembro de 1970** (Tradução: Laura Fraga de Almeida Sampaio). 3. ed. São Paulo: Edições Loyola, 1996.

FOUCAULT, M.. **Microfísica do poder**. 13. ed. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1998.

FOUCAULT, M.. **Vigiar e punir**. 21. ed. Petrópolis: Vozes, 1999.

GEERTZ, C. **Interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KNIJNIK, G.. Um modo de teorizar no campo da pesquisa em educação matemática.
KNIJNIK, G.. WANDERER, F. (org.). **Educação Matemática e sociedade**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2016. (Coleção Contexto da Ciência).

KNIJNIK, G. (et al.). **Etnomatemática em movimento**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

KNIJNIK, G.. A ordem do discurso da matemática escolar e jogos de linguagem de outras formas de vida. **Perspectivas da Educação Matemática** – INMA/UFMS – v. 10, n. 22, Seção Temática, 2017. Disponível em: <http://seer.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/3877/3104>. Acesso em: 20 nov. 2018.

LADIM NETO, F. O.; SILVA, E. V.. COSTA, N. O.. A cartografia social instrumento de construção do conhecimento territorial: reflexões e proposições acerca dos procedimentos metodológicos do mapeamento participativo. **Revista Casa de Geografia de Sobral**. V. 18, n. 2, 2016, p. 56-70. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5633536.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2019.

LIMA, M. V. C. COSTA, S. M. G.. Cartografia social das crianças e adolescentes ribeirinhas/quilombolas da Amazônia. **Revista Geografares**, n. 12, p. 76-113, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/3189/2399>. Acesso em: 25 nov. 2019.

MOREIRA, M. A. ROSA, P. R. **Métodos quantitativos e qualitativos**. 2. ed. Porto Alegre: sem editora, 2016. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios11.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

OLIVEIRA, I. A . Cartografia de saberes e educação na Amazônia: análise de produções acadêmicas. **Revista Amazônida**, Manaus, AM, v. 3, n 2. p. 102–116, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.29280/rappge.v3i2.4926>. Acesso em 28 de mai. de 2020.

SARMENTO, M. J.. Educação em Meio Rural: Lógicas de ação e administração simbólica da infância. **Aprender: Revista da Escola Superior de Portalegre**, Portalegre, n. 28, p. 62/73, 2003. Disponível em: <http://legado.esep.pt/aprender/index.php/component/phocadownload/category/30-revista-aprender-n-28?download=597:aprender-28-a7>. Acesso em: 27 nov. 2018.

SILVA, M. G. (et al.). Cartografias e método(s): outros traçados e caminhos metodológicos para a pesquisa em educação. MARCONDES, M. I; OLIVEIRA, I. A.; TEIXEIRA, E. (Orgs). **Abordagens teóricas e construções metodológicas na pesquisa em educação**. Belém: EDUEPA, 2011.

WANDERER, F.; SCHEFER, M. C. Metodologias de pesquisa na área da educação (matemática). WANDERER, F.; KNIJNIK, G. (Org.). **Educação Matemática e sociedade**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016, p. 33-50.

WITTGENSTEIN, L.. **Investigações filosóficas**. Tradução: José Carlos Bruni. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999.

ENSINO DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS: ANÁLISE DE UMA TAREFA INVESTIGATIVA SOBRE ORIENTAÇÃO E DESLOCAMENTO DESENVOLVIDA COM PROFESSORES DE ANOS INICIAIS

Ivanildo Rigotti⁵⁴
Sônia Elisa Marchi Gonzatti⁵⁵
Márcia Jussara Hepp Rehfeldt⁵⁶

1. Introdução

Este artigo visa apresentar uma tarefa de Investigação Matemática que foi desenvolvida em encontros de formação continuada com professores de Anos Iniciais, com ênfase no ensino de Matemática para este nível de ensino. Esta tarefa e sua análise integram a dissertação de mestrado do primeiro autor (Rigotti, 2023), professor de matemática na Educação Básica e Mestre em Ensino de Ciências Exatas pela Universidade do Vale do Taquari - Univates. O detalhamento da tarefa ora analisada também consta no Produto Educacional decorrente da dissertação (Rigotti; Gonzatti; Rehfeldt, 2023).

O objetivo deste texto é analisar as soluções dos professores participantes da pesquisa acerca desta tarefa investigativa sobre orientação e deslocamento (Rehfeldt; Quartieri, 2021). Além disso, os professores analisaram a tarefa e contribuíram com sugestões de melhoria para aplicações futuras, tendo em vista que esta tarefa, à ocasião da realização dos encontros de formação, ainda não fora aplicada em contextos de prática.

Em termos teóricos, a tarefa se embasou nos estudos sobre investigação matemática de Ponte, Brocardo e Oliveira (2013). A investigação matemática refere-se à abordagem pedagógica que coloca os estudantes no papel de investigadores, encorajando-os a explorar, fazer perguntas, formular hipóteses e conjecturas e buscar soluções para problemas matemáticos.

Quanto aos conhecimentos matemáticos, a tarefa investigativa analisada aborda os objetos de conhecimento “orientação e deslocamento”, que por sua vez são contemplados na Unidade Temática de Geometria (Brasil, 2018). Cabe ressaltar que este e outros assuntos abordados nos encontros de formação emergiram a partir de estudo exploratório prévio realizado com os professores participantes, nos quais enunciavam suas principais necessidades formativas em relação a conceitos e metodologias para ensinar matemática nos anos iniciais (Rigotti, 2023).

54 Mestre em Ensino de Ciências Exatas (Univates). Professor da rede pública municipal de Novo Hamburgo, RS. Ivanildo.rigotti@universo.univates.br

55 Doutora em Educação (PUCRS). Professora do Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari – Univates, soniag@univates.br

56 Doutora em Informática Educativa (UFRGS). Professora do Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari – Univates, mreinfeld@univates.br

Quanto ao contexto, este trabalho foi desenvolvido em uma escola pública municipal da cidade de Canoas/RS, com professores que ensinam matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Os encontros de formação foram realizados entre julho e agosto de 2022, com seis professores participantes. Reitera-se que estes professores trabalham com todas as áreas de conhecimento, mas a ênfase da formação em Matemática é uma demanda que estes docentes já vinham apresentando ao primeiro autor, professor dos Anos Finais.

Em efeito, os saberes experienciais do professor pesquisador e suas inquietações encontraram lastro em distintos estudos que apontam, por um lado, a importância de trabalhar com o letramento matemático das crianças desde os estágios iniciais da escolarização e, por outro, a relevância de preparar os professores para ensinar e fazer matemática com as crianças (Pertile; Justo, 2018; Passos; Nacarato, 2018; Mello, 2020; Pavanello, 1993).

Na sequência deste texto, são apresentados os principais referenciais teóricos, o delineamento metodológico, seguido da descrição e análise da tarefa desenvolvida. Por fim, são tecidas algumas considerações a título de encerramento do texto.

2. Ensino de Matemática nos Anos Iniciais e a Investigação Matemática

Esta seção está estruturada em duas partes. A primeira é dedicada a apresentar as ideias basilares da investigação matemática. Na segunda, são tecidas algumas problematizações sobre o ensino de Matemática nos Anos Iniciais, transpassando a BNCC (Brasil, 2018).

2.1 A metodologia da Investigação Matemática

As tarefas investigativas elaboradas ou adaptadas para a dissertação de Rigotti (2023) se inserem no contexto teórico da investigação matemática (Ponte; Brocardo; Oliveira; 2013; Rehfeldt; Quartieri, 2021). Considerada uma tendência de ensino de viés cognitivista, a investigação matemática trabalha com a premissa de que os conhecimentos matemáticos são construídos por meio de processos e estratégias em que a participação dos estudantes é essencial.

Em efeito, Ponte, Brocardo e Oliveira (2013) defendem a ideia de que a investigação matemática é uma forma poderosa de promover a compreensão e o envolvimento dos alunos com o conhecimento matemático. Nesse sentido, a investigação matemática tem como objetivo desenvolver a capacidade de raciocínio lógico, a autonomia, a curiosidade e a capacidade de resolver os problemas dos estudantes.

Em nível de ensino, é importante entender o que é Investigação Matemática e suas implicações em sala de aula. Segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2013, p. 13), “Investigar é procurar conhecer o que não se sabe”. Em outras palavras, a Investigação Matemática enfatiza o caminho que o aluno percorre com o intuito de se tornar mais responsável, capaz de descobrir, testar e justificar suas descobertas e, dessa forma, enfrentar os problemas com os quais se depara. Assim, os nomeados autores frisam a importância de seguir pistas identificadas na análise inicial da atividade investigativa, pois são elas que levam à construção de conjecturas e possíveis respostas.

Nessa mesma linha, estes autores argumentam que uma investigação não demanda, necessariamente, problemas com alto grau de dificuldade, mas sim questões que motivem os discentes a resolvê-las e que, a priori, podem parecer confusas, mas que podem ser esclarecidas e estudadas de modo organizado. Os autores também escrevem sobre o engajamento estudantil que essa tendência proporciona:

Na disciplina de matemática, como em qualquer outra disciplina escolar, o envolvimento ativo do aluno é uma condição fundamental da aprendizagem. O aluno aprende quando mobiliza os seus recursos cognitivos e afetivos com vista a atingir um objetivo. Esse é, precisamente, um dos aspectos fortes das investigações (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2013, p. 23).

Em termos didáticos, Ponte, Brocardo e Oliveira (2013) apontam que a Investigação Matemática é uma tendência de ensino que pode beneficiar a aprendizagem, uma vez que estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de o aluno trabalhar com mais autonomia, dedicar-se mais ao assunto estudado e assim, formular conjecturas, testá-las e depois sustentar ou reformular seus resultados.

É importante ressaltar que, na Investigação Matemática, a ênfase maior é concedida ao caminho que o aluno percorre, cabendo-lhe a responsabilidade por suas descobertas, que, necessariamente, precisa justificá-las (Ponte; Brocardo; Oliveira, 2013). Esse argumento é reafirmado em um dos trabalhos do grupo PEC: “Os professores não precisam e nem devem dar as respostas nem determinar o método a ser utilizado, no entanto, precisam continuamente, instigar seus alunos e motivá-los a ir atrás daquilo que realmente querem aprender” (Rehfeldt et al., 2019, p. 7).

Ainda, proporciona um ambiente em que os alunos são desafiados a investigar conceitos e relações matemáticas por meio da exploração ativa, do trabalho em grupo e da discussão de ideias. Esse tipo de abordagem incentiva os alunos a compreenderem profundamente os conceitos matemáticos em vez de simplesmente memorizá-los. Além disso, a investigação matemática estimula o pensamento crítico pois, os estudantes precisam analisar dados, formular hipóteses, testar conjecturas e justificar suas respostas; dessa forma, eles desenvolvem habilidades de argumentação matemática e aprendem a comunicar suas ideias de forma clara e coerente.

A metodologia da investigação matemática pode ser aplicada em diferentes níveis de ensino, desde a educação infantil até o ensino médio, adaptando-se às tarefas ao nível de desenvolvimento dos estudantes e aos conteúdos matemáticos que estão sendo trabalhados. Em resumo, sob o olhar de Ponte, Brocardo e Oliveira (2013) pode buscar transformar a sala de aula em um ambiente propício à descoberta, ao questionamento e à construção de conhecimentos matemáticos pelos próprios estudantes. É uma tendência que valoriza a participação dos alunos, o pensamento crítico e as resoluções autônomas de situações matemáticas que podem ser oriundas do dia a dia de cada pessoa.

A investigação matemática prevê tarefas exploratórias e investigativas, em que variam os graus de abertura das atividades (fechadas ou abertas) e o nível de dificuldade das questões propostas. Em especial, as atividades investigativas têm um ponto de partida, mas admitem diferentes caminhos e soluções distintas. Ainda quanto à tipologia das tarefas, é relevante que o professor saiba a diferença entre as investigativas e as exploratórias. Ao falarmos de uma Investigação Matemática, estamos relacionando-a à atividade de pesquisa, argumentação, comunicação, seleção, organização e, ainda, à criatividade envolvida nessa

tarefa quando enfoca os conceitos de matemática. Este tipo de tarefa é elementar na produção de novos conhecimentos matemáticos e está intrínseco ao próprio fazer matemático.

Para facilitar a compreensão, as questões bem-estruturadas se denominam exploratórias, e as abertas são tarefas investigativas:

Entre as tarefas de exploração e as de investigação a diferença está [...] no grau de desafio. Se o aluno puder começar a trabalhar desde logo, sem muito planejamento, estaremos perante uma tarefa de exploração. Caso contrário, será talvez melhor falar em tarefa de investigação (Ponte, Brocardo, Oliveira 2013, p. 18).

Considerando a natureza investigativa das tarefas, Ponte, Brocardo e Oliveira sugerem quatro momentos distintos para levar a cabo uma tarefa investigativa em sala de aula (Quadro 1).

Quadro 1 - Momentos na realização de uma investigação

Momentos de uma investigação	Ações envolvidas
Exploração e formulação de questões	<ul style="list-style-type: none">• Reconhecer uma situação problemática• Explorar a situação problemática• Formular questões
Conjecturas	<ul style="list-style-type: none">• Organizar dados• Formular conjecturas (e fazer afirmações sobre uma conjectura)
Testes e reformulações	<ul style="list-style-type: none">• Realizar testes• Refinar uma conjectura
Justificação e avaliação	<ul style="list-style-type: none">• Justificar uma conjectura• Avaliar o raciocínio ou o resultado do raciocínio

Fonte: Rigotti (2023)

Salienta-se o papel mediador do professor ao longo do desenvolvimento das tarefas investigativas, já que é essencial oportunizar a externalização e verbalização das conjecturas e hipóteses pelos estudantes, destacando que pode haver diferentes caminhos [estratégias] e soluções distintas para um mesmo problema neste tipo de atividade.

2.2. Algumas reflexões sobre o ensino de Matemática nos Anos Iniciais

A discussão sobre como deveria ser o Ensino de Matemática nos anos iniciais é complexa e envolve diferentes fatores. Para Passos e Nacarato (2018), é preciso considerar que os professores que ministram a disciplina em questão nos anos iniciais, na sua maioria, são oriundos de cursos de formação que deixam lacunas conceituais e metodológicas para a trabalhar nesse nível de ensino. Também apontam que esses profissionais anseiam por formação continuada que lhes dê condições de suprimirem tais lacunas com formadores que apresentem propostas condizentes com suas necessidades. Portanto, os autores ponderam que a formação pode promover diálogos relacionais e reflexivos com a teoria e não apenas uma oferta de modelos de aulas prontas. Nessa perspectiva, fazem uma síntese do que seria desejável contemplar no Ensino de Matemática desde os anos iniciais:

[...] A natureza do conhecimento matemático deve estar intrínseca ao trabalho do professor de modo que ele possibilite ao estudante fazer Matemática, que significa construí-la, produzi-la, por meio de resolução de problemas inteligentes ou desafiadores. O estudante deve ter a oportunidade de dialogar, formular perguntas, elaborar hipóteses, exercitar conjecturas, realizar experimentações e procurar comprovações para encontrar a solução. Isso deve ocorrer em um ambiente de comunicação de ideias e de negociação e produção de significados que vão sendo construídos nas interações espontâneas que o ambiente permite (Passos; Nacarato, 2018, p. 31).

Nessa proposição, há convergência com os princípios da Investigação Matemática, pois é enfatizada a necessidade de diálogo – formulação; comunicação; socialização de hipóteses e de soluções; perguntas; elaboração de estratégias e conjecturas; testagem. Dito de outra forma, além de trabalharem os conceitos matemáticos, os alunos deveriam experienciar como se faz ou produz conhecimento em matemática.

Por outro lado, há desafios a enfrentar. Estudos como os de Passos, Nacarato (2018) e de Pertile, Justo (2020), apontam que um dos principais desafios é a falta de repertório teórico dos professores com formação generalista, e que estes não estão conseguindo ensinar os conhecimentos matemáticos previstos na Base. Os autores também sinalizam a importância de dar subsídios aos professores que não têm formação em Matemática a fim de que não se abstenham de ensinar determinados conteúdos e tratar assuntos que não dominam.

No que tange à Base Nacional Comum Curricular, ou BNCC, embora seja alvo de merecidas críticas e sistemáticos debates quanto à sua natureza prescritiva e seu alinhamento com políticas de currículo neoliberais (Batista; Bezerra, 2020; Passos; Nacarato, 2018; Filipe; Silva; Costa, 2021), por um lado, por outro, menciona processos e habilidades investigativas para serem desenvolvidas na área da Matemática.

Em efeito, há uma competência específica que evoca a investigação como uma forma de construção do conhecimento matemático, além do termo ser citado também nas reflexões sobre as diferentes unidades temáticas (Brasil, 2018). Mirando a análise na área da Matemática,

Ainda que a BNCC tenha incorporado pressupostos e temáticas que se aproximam das expectativas defendidas para o ensino de Matemática nos Anos Iniciais, o documento é (quase) omissivo no sentido de sugerir caminhos para orientar as práticas docentes e favorecer a inclusão de temas ligados ao pensamento algébrico e à geometria. Esse aspecto vem reforçar a importância de, com a Base ou apesar dela, serem instituídos processos de formação continuada, Brasil afora, que propiciem aos professores dos Anos Iniciais a inserção e o desenvolvimento de práticas pedagógicas que favoreçam a alfabetização matemática das crianças, segundo uma concepção conectada com a perspectiva de letramento freireano, em seu sentido mais inclusivo e transformador (Gonzatti et al., 2021, p. 7).

3. Delineamento metodológico

A pesquisa foi de natureza qualitativa e tem aproximações com estudo de caso e pesquisa-ação, pois o pesquisador participou do grupo com o qual fez a pesquisa. O pesquisador trabalhou com os professores que ensinavam Matemática nos anos iniciais da escola lócus da pesquisa, o que proporcionou mais proximidade com os envolvidos. Ademais, é importante valorizar todo o processo e não somente o produto final, o que é apontado como uma das características da abordagem qualitativa de pesquisa (Yin, 2016).

Esta pesquisa também pode ser denominada participante, natural, ou ação, já que o pesquisador pertence à mesma comunidade ou grupo que investigou (Lakatos, Marconi; 1991). Nesse contexto, foi realizada uma reflexão coletiva de um grupo social específico com o intuito de melhorar a compreensão e o entendimento dessas práticas.

Quanto aos instrumentos de geração de dados, foram analisadas: (i) as diferentes soluções dos grupos para a tarefa; (ii) as audiogravações do encontro em que se trabalhou a tarefa e (iii) anotações no diário de campo do pesquisador. A análise realizada foi descritiva, buscando equilibrar quantidade e qualidade das informações.

Quanto ao contexto, a pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública municipal da cidade de Canoas/RS. À época da realização dos encontros de formação, havia 734 alunos do primeiro ao nono ano do Ensino Fundamental. A comunidade da qual fazem parte se caracteriza como socialmente vulnerável, sobretudo pela violência causada por disputas de territórios para o tráfico.

Os integrantes da pesquisa são professores dos anos iniciais, formados em Pedagogia; portanto, habilitados para lecionarem da Educação Infantil até o quinto ano do Ensino Fundamental. Em 2022, ano da realização dos encontros de formação, a escola contava com quatorze docentes – seis participaram dos encontros de formação - que atendiam a quinze turmas de anos iniciais, distribuídas em três primeiros anos, duas turmas no segundo, três no terceiro, três no quarto e quatro no quinto.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, respeitando-se os preceitos legais e éticos de pesquisa. No total, foram realizados cinco encontros de formação. A tarefa sobre localização e deslocamento, objeto de análise deste texto, foi trabalhada no segundo encontro, após a conclusão das tarefas sobre padrões e sequências.

A intervenção pedagógica, campo empírico da pesquisa, envolveu quatro encontros de formação continuada. Em cada encontro, as tarefas investigativas foram socializadas com o intuito de assegurar a discussão e a socialização das conjecturas construídas, caracterizando o momento de justificação e avaliação proposto por Ponte, Brocardo, Oliveira (2013). Ademais, os debates permitiram que se ouvissem as percepções dos professores sobre as dificuldades encontradas e as potencialidades das atividades visando refletir sobre sua possível aplicação nas turmas nas quais lecionavam.

4. A tarefa investigativa sobre localização e deslocamento: elementos empíricos e análise de resultados

O quadro 2 apresenta a tarefa sobre localização e deslocamento, originalmente publicada por Rehfeldt e Quartieri (2021). No desenho da tarefa, as autoras contemplaram diferentes conhecimentos e habilidades previstas na BNCC ligadas ao objeto de conhecimento Deslocamento e localização espacial, que incluem pensamento espacial, localização, deslocamento e pontos de referência, entre outros.

Quadro 2 - Tarefa 4: Localização e Deslocamento

Público alvo	Descrição da tarefa
Alunos de 1º a 3º anos	Pedro é o mais novo professor contratado para dar aula na escola. No entanto, ele ainda não sabe ir a alguns lugares da cidade. Ajude-o a encontrar o caminho de sua escola até o Parque Shopping Canoas. Para isso, você deve usar expressões como, à direita, à esquerda, em frente, atrás, em cima, em baixo, indicando sempre um referencial que pode ser um ponto de ônibus, supermercados, avenida(s), igreja(s), rótula, etc.
Alunos de 4º e 5º anos	Pedro é o mais novo professor contratado para dar aula na escola. No entanto, ele ainda não sabe ir a alguns lugares da cidade. Ajude-o a encontrar o caminho de sua escola até a Prefeitura Local. Para isso você aluno deve usar expressões como à direita, à esquerda, em frente, atrás, em cima, embaixo, indicar mudanças de direção, sentido, intersecção, transversais, paralelas e perpendiculares e poderá descrever as primeiras noções de coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giros. É importante que o aluno explicita sempre um referencial que pode ser uma igreja, um ginásio de esportes, o pátio da escola e outros locais que acharem relevantes.

Fonte: Adaptado de Rehfeldt e Quartieri (2021)

Após a apresentação da tarefa, passamos à descrição e análise das estratégias e conjecturas usadas pelos professores na resolução da mesma.

Os participantes se dividiram em dois grupos, sendo-lhes disponibilizadas régua, papel pardo e pincéis para que conseguissem elaborar uma estratégia na tentativa de ajudar o novo hipotético professor que havia chegado à escola. Um dos grupos preferiu traçar as suas conjecturas no quadro branco.

Ambos os grupos enfrentaram dificuldades em auxiliar o professor Pedro na chegada até o Parque Shopping Canoas. Esse obstáculo foi atribuído ao fato de os participantes, com exceção de dois, não residirem em Canoas. Em função disso, ampliamos o diálogo na seguinte perspectiva: quais seriam as alternativas que eles poderiam utilizar para ajudar o colega? Alguns, em tom descontraído, sugeriram ônibus e Uber. Nesse momento, um dos participantes argumentou: *“Uber também não sabe onde vai buscar o passageiro, mas sempre chega usando GPS”* (P3).

A pergunta de P2 trouxe mais elementos para o desenvolver da tarefa: *“podemos usar um aplicativo para ajudar esse colega a chegar aonde ele precisa chegar?”*, ou seja, diferentes estratégias e conjecturas foram sendo elaboradas de forma espontânea, o que está em conformidade com a metodologia da Investigação Matemática.

Com esse pensamento, o grupo 2 começou a criar um plano para conduzir o professor ao destino solicitado na tarefa, que não incluía desenhos e sim uma descrição de como ele deveria se movimentar para se deslocar ao lugar pretendido. A estratégia utilizada foi colocar o endereço final no aplicativo *Waze* e selecionar uma das rotas disponibilizadas. A escolhida foi a que passa pela avenida Açucena que, segundo os pesquisados, é muito conhecida e tem um grande mercado como ponto de referência. Na linha argumentativa do grupo, isso contribuiria para que o novo professor fosse se adaptando melhor ao bairro. Além disso, indicaram-lhe o rumo que deveria seguir:

A 630 m dobre a esquerda na rua Dirneide Isabel Goulart; a 606 m dobre a direita na R. Barbosa Lima Sobrinho; a 673 m dobre a direita na rua do Pontilhão; a 92 m dobre a direita na R.119 a 237 m dobre a esquerda na rua Esperança; 1.2 km dobre a direita na Av. Armando Farjado; a 1 km dobre a direita na Av. Açucena; siga 2,6km até a rótula e dobre a direita na Av. Dr. Sezefredo Azambuja

Vieira; siga em frente por 1 km até a rótula e dobre a direita na Av. Farropilha; em 95 m vire a direita, ande mais 296 m e dobre a direita novamente e enfim estará em seu destino.

Já o grupo 1 tentou esboçar um desenho no quadro para indicar o caminho que o professor deveria seguir para chegar ao shopping. Sua estratégia foi distinta da do outro grupo pelo fato de usar um linguajar cotidiano e usando pontos de referência locais, já que seus integrantes moravam em Canoas:

Você deve sair daqui, dobrar na primeira rua a direita, ir até o final dela onde estará na Estrada dos Nazário ali dobre a direita novamente e siga até o fim da Estrada dos Nazário onde encontrará no bairro a primeira sinaleira que é esquina com a Av. Boqueirão, nessa sinaleira você deve dobrar a direita seguindo por esta avenida até chegar ao mercado que estará a sua direita na esquina da Boqueirão com a Av. Açucena., Neste local você terá que dobrar a esquerda e seguir pela Av. Açucena até chegar a primeira rótula, nesta rótula você deve dobrar a direita e ir sempre em frente até chegar na rótula da Av. Farroupilha, dobre a direita e já estará no Parque Shopping Canoas.

Após as apresentações, disponibilizamos aos grupos o texto de Rehfeldt e Quartieri (2021). Em suma, o texto explicita diversas habilidades a serem contempladas com esse tópico durante todos os anos do Ensino Fundamental - anos iniciais - e sugestões de como podem ser usados os recursos. Após a leitura do texto com a tarefa original, solicitou-se que os professores fizessem uma análise da pertinência (ou não) de trabalhá-la nos anos iniciais.

Os dados emergentes da pesquisa apontam que o grande grupo foi unânime em afirmar que, para o primeiro e segundo anos do Ensino Fundamental, era impossível, no contexto da escola, desenvolver a tarefa original. Argumentaram que a proposição das autoras envolve um nível bastante elevado. Além disso, frisaram que a sugestão não condizia com a realidade da escola, pois os alunos que a frequentavam, em sua maioria, dificilmente saiam do bairro. Para isso, propuseram adaptações para trabalhar os objetos de conhecimento relacionados à localização e deslocamento da BNCC e, assim, iniciar pela identificação dos pontos situados no interior da escola ou no caminho para chegar até ela. Por outro lado, ao analisarem a tarefa para o terceiro e quartos anos, consideraram ser possível aplicar a mesma na forma original.

A ideia de fazer uma maquete, sugerida pelas autoras para o terceiro ano, foi muito bem avaliada por todos os participantes por abordar ou promover mais de uma habilidade, além de contemplar estratégias diferentes e de âmbito concreto, mas mesmo assim, propuseram adaptá-la à realidade local. Essa sugestão converge para as proposições da BNCC no sentido de incluir elementos do contexto local na resolução de problemas,

[...] se pretende não apenas a resolução do problema, mas também que os alunos reflitam e questionem o que ocorreria se algum dado do problema fosse alterado ou se alguma condição fosse acrescida ou retirada. Nessa perspectiva, pretende-se que os alunos também formulem problemas em outros contextos (Brasil, 2018, p. 273).

De modo geral, percebeu-se a importância de contemplar os saberes experienciais e curriculares dos professores, que estão na essência dos currículos praticados (Sacristán, 2013). Estes são demarcados principalmente por aspectos contextuais das distintas realidades escolares e culturas. Os objetos de conhecimento e as unidades temáticas da BNCC correspondem aos currículos prescritos, muitas vezes distantes da realidade das escolas e dos professores, que passam a interpretá-los e a buscar alternativas para colocá-los em prática.

5. Considerações finais

Este trabalho emergiu das inquietações do pesquisador - professor de Matemática - e das conversas mantidas com os seus colegas que atuavam nos anos iniciais. Um dos temas enunciados pelos professores foi localização e deslocamento, quando questionados sobre suas necessidades formativas. Assim, uma das tarefas investigativas desenvolvidas nos encontros de formação contemplou esta temática.

Em linhas gerais, percebeu-se que os professores conseguiram realizar a tarefa, embora a consideraram muito difícil para ser desenvolvida com as crianças, especialmente do 1º ao 3º ano. Foram feitas sugestões para adaptar a tarefa à realidade escolar. Pode-se afirmar, a partir destes resultados, a importância de considerar os saberes experienciais dos professores ao propor atividades formativas, já que são eles que transformam os currículos prescritos em currículos praticados. Sobretudo, é essencial que as experiências com metodologias de ensino com as quais não estão familiarizados sejam desenvolvidas com os professores, pois isso ajuda a minimizar a insegurança para inseri-las na própria prática.

Referências

BATISTA, Wilma Mendonça; BEZERRA, Cicero Wellington Brito. O currículo e o ensino de ciências na educação básica: uma leitura da BNCC. **Mens Agitat**, v. 15, p. 90-102, 2020. Disponível em: <https://mensagitat.org/data/documents/MA-15-2020-90-102.pdf>. Acesso em 10 jul 2022.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 13 jan 2021.

FILIPPE, Fabiana Alvarenga; SILVA, Dayane dos Santos; COSTA, Áurea de Carvalho. Uma base na escola: análise do projeto educativo da Base Nacional Comum Curricular. **Ensaio**, v. 29, n. 112, p. 783-803, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362021002902296>. Acesso em: 13 set 2022.

GONZATTI, Sônia Elisa Marchi et al. BNCC, currículo e ensino de matemática nos anos iniciais: reflexões e inquietações docentes. In: **Anais do 5º Fórum Nacional sobre Currículos de Matemática**. Canoas: Ulbra, 2021. Disponível em: <http://www.eventos.ulbra.br/index.php/fncm/fncm5/paper/view/5260>. Acesso em 25 out. 2023.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas. 1991.

MELLO, Leila de Souza. **Campo Conceitual Multiplicativo**: reflexões sobre o ensino de Matemática em um curso de formação continuada com professoras dos anos iniciais. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni.; NACARATO, Adair Mendes Trajetória e perspectivas para o ensino de Matemática nos anos iniciais. **Estudos Avançados**, v. 32, p. 119-135, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0010>. Acesso em nov. 2021.

PAVANELLO, Regina Maria. O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e consequências. **Zetetiké**, v. 1, n. 1, 1993.

PERTILE, Karine; JUSTO, Jutta Cornelia Reuwsaat. O desafio dos professores dos Anos Iniciais para o ensino da Matemática conforme a BNCC. **Ensino em Re-Vista**, p. 612-636, 2020. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/article/view/54064>. Acesso em 20 mai. 2021.

PONTE, João Pedro da; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 3ª ed., Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

REHFELDT, Márcia Jussara Hepp et al. Elaboração de atividades exploratório-investigativas: uma possibilidade de planejamento coletivo. **Debates em Educação**, v. 11, n. 25, p. 202-221, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2019v11n25p202-221>. Acesso em 10 mar 2022.

REHFELDT, Márcia Jussara Hepp; QUARTIERI, Marli Teresinha. Sugestões de Tarefas Investigativas. In: REHFELDT, Márcia Jussara Hepp; QUARTIERI, Marli Teresinha. GONZATTI, Sônia Elisa Marchi. (org.). **Tarefas Investigativas para os anos iniciais**. Porto Alegre: Casaletas, 2021, p. 127-143.

RIGOTTI, Ivanildo. **Formação continuada e ensino de Matemática nos Anos Iniciais: explorando atividades investigativas a partir das necessidades formativas dos docentes**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, 27 fev 2023, 111p. Disponível em:

RIGOTTI, Ivanildo; GONZATTI, Sônia Elisa Marchi; REHFELDT, Márcia Jussara Hepp. **Sequência didática com tarefas de Investigação Matemática para os Anos Iniciais do ensino fundamental em um curso de formação de professores** (Produto Educacional). Disponível em: https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2023/mestrado/Ivanildo_Rigotti.pdf. Acesso em 25 jan 2024.

SACRISTÁN, José Gimeno. O que significa o currículo? In: SACRISTÁN, José Gimeno (org). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013, p. 9-35.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016.

13

TAREFAS INVESTIGATIVAS: POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES NA PERSPECTIVA DE DUAS PROFESSORAS DOS ANOS INICIAIS

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt⁵⁷

Ieda Maria Giongo⁵⁸

Marli Teresinha Quartieri⁵⁹

Sônia Elisa Marchi Gonzatti⁶⁰

Bianca da Silva Haubert⁶¹

Carolina Soares Arcari⁶²

Mariella Moreira Araújo⁶³

Resumo: O ensino da Matemática nos Anos Iniciais, à luz da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tem se constituído em uma difícil tarefa para professores sem formação específica na área das Ciências Exatas. Neste sentido, um grupo de pesquisadoras têm atuado no planejamento, confecção, exploração e avaliação de tarefas investigativas, em parceria com algumas professoras dos Anos Iniciais. Entende-se que, por meio das referidas tarefas, se pode cultivar a criatividade e criticidade dos alunos e promover uma participação ativa dos alunos. Dito isso, o objetivo deste relato é descrever e problematizar as falas dos professores da escola básica no que tange à confecção e exploração de tarefas investigativas e seus efeitos nos processos de ensino da matemática. Trata-se de um estudo qualitativo, com análise descritiva. Os sujeitos entrevistados foram duas professoras que participaram ao longo de três anos do referido estudo. Os dados apontam que construir uma caixa a partir de uma folha de papel para armazenar a quantidade máxima de areia foi uma das tarefas mais desafiadoras de executar, haja vista os alunos terem apresentado dificuldades para entender a tarefa. Em contrapartida, as professoras gostaram de resolver tarefas em que todos puderam colaborar, colocando as peças, de forma conjunta. Outro resultado é que os alunos começaram a gostar de realizar cálculos mentais e preferiram operar com materiais manipuláveis. As professoras narram que, depois das práticas, planejam suas aulas integrando tarefas investigativas e não apenas contas, como faziam anteriormente. Por fim, mostraram-se interessadas em saber como os alunos que participaram destas atividades estão após quatro ou cinco anos.

Palavras-chave: Tarefas Investigativas; Anos Iniciais; BNCC; Matemática.

1. Introdução

O ensino de Matemática nos Anos Iniciais, à luz da Base Nacional Comum, é uma tarefa difícil para professores que não têm formação específica na área. De acordo com Silva (2019), a proposta de ensino apresentada neste “documento de caráter normativo define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (BrasiL, 2018, p. 7), pouco contempla uma perspectiva crítica de formação, pois prioriza técnicas e raciocínio, descartando a capacidade de criticidade. Ademais, a Base Nacional Comum

57 Pesquisadora Univates.

58 Pesquisadora Univates.

59 Pesquisadora Univates.

60 Pesquisadora Univates.

61 Bolsista de Iniciação Científica.

62 Bolsista de Iniciação Científica.

63 Bolsista de Iniciação Científica.

Curricular (BNCC), tem se constituído em um desafio para os professores, cuja formação não é específica nesta área (Silva 2019; Pertile; Justo, 2020; Nogueira De OliveirA *et al.* 2021). Nogueira de Oliveira *et al.* (2021), por exemplo, mencionam que os currículos dos cursos de Pedagogia contemplam poucos conteúdos matemáticos, em geral, noções básicas e pouca prática. Sendo assim, a formação do professor para os Anos Iniciais, no que tange ao ensino da matemática, pode ficar um pouco incompleta.

Ainda com relação à BNCC, para os autores, a prescrição curricular deve ser delimitada, indicando o que deve ser ensinado pelo professor e isso dificulta a adoção de outros conhecimentos. De fato, no documento está expresso que o mesmo deve nortear os currículos de todos os estados, bem como as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil (Brasil, 2018).

Em complemento, Pertile e Justo (2020) revelam que professores dos Anos Iniciais, embora tenham o conhecimento de conteúdo, nem sempre têm o amplo conhecimento pedagógico e isso também pode comprometer os processos de ensino e de aprendizagem. Para os autores, a BNCC estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica.

Tomando como base os argumentos apresentados, pode-se perceber que o ensino da Matemática, nos Anos Iniciais, torna-se um desafio para os professores. E para contornar as dificuldades anteriormente relatadas, um grupo de pesquisadoras desenvolveu um estudo, que será descrito aqui, no decorrer de três anos, observando os resultados junto a cinco professoras e seus alunos dos Anos Iniciais. O estudo é resultado da pesquisa intitulada “Produção de materiais curriculares educativos: uma possibilidade para desenvolver o pensamento algébrico e geométrico nos Anos Iniciais” e teve como objetivo investigar os resultados oriundos do desenvolvimento e produção de materiais educativos para o ensino de álgebra e geometria nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, na perspectiva da Investigação Matemática, à luz da BNCC.

Ao longo de três anos foram desenvolvidas sete etapas, com professoras dos Anos Iniciais, iniciando pela leitura de referenciais teóricos sobre a Investigação Matemática, objetivando discutir essa tendência de ensino com as professoras das escolas. Nas etapas seguintes, foram elaborados e explorados materiais educativos com o grupo de professoras. Posteriormente, nas etapas quatro e cinco, os materiais foram explorados junto aos alunos e a equipe de pesquisadores acompanhou as professoras da escola básica na sala de aula, explorando juntas, as tarefas investigativas elaboradas. Na sexta etapa, foram analisados os resultados obtidos e foram realizados ajustes nas tarefas investigativas que necessitavam de revisões. Por fim, na última etapa, houve a produção de um livro e um *e-book* (Rehfeldt; Quartieri, Gonzatti, 2021).

Após o término das sete etapas, foi realizada, ainda, uma ação não prevista inicialmente, qual seja: entrevistas com as professoras da escola básica - acerca da relevância da pesquisa e das tarefas investigativas exploradas no decorrer dos encontros. Desta forma, o objetivo deste artigo é descrever e problematizar as falas das professoras da escola básica no que tange à confecção e exploração de tarefas investigativas e seus efeitos nos processos de ensino da matemática.

Estruturalmente, este relato apresenta cinco seções, sendo a primeira a introdução na qual foram descritas algumas dificuldades no ensino da matemática nos Anos Iniciais, à luz da BNCC, as atividades e as etapas desenvolvidas na pesquisa e o objetivo deste capítulo.

A segunda seção aborda o referencial teórico que alicerça a pesquisa, na qual expressa-se o que se entende por Investigação Matemática, os quatro momentos e as possíveis contribuições advindas do uso desta tendência. Na terceira (metodologia), foi descrito o tipo de pesquisa e como cada uma das ações foi desenvolvida. Na quarta seção relata-se os resultados obtidos e analisa-se os dados obtidos, à luz de alguns teóricos. Por fim, na quinta, expõem-se as considerações finais.

2. Investigação Matemática e suas implicações nos processos de ensino da Matemática

Quando fala-se de investigação vem à mente que esta palavra deriva do verbo investigar. Mas, o que é investigar? Segundo o dicionário Online de Português é uma palavra que tem origem no latim (*investigare*) e denota “seguir os vestígios, as pistas, os sinais, os indícios de; pesquisar: investigar as razões dos problemas”. Juridicamente significa “Proceder a diligências; empenhar-se em descobrir; averiguar, apurar: investigar a autoria de um crime” e, ainda “examinar com cuidado, com diligência; aplicar-se na avaliação de; perscrutar: investigar a causa do problema” (<https://www.dicio.com.br>). Mas na matemática, o que isso significa? De que forma se compreende esta palavra?

De acordo com Lamonato e Passos (2011), a palavra investigação está relacionada à procura, ao questionamento e à vontade em querer saber. Portanto, requer um esforço por parte de quem está buscando uma resposta para uma indagação, um questionamento ou um desafio. E, ao encontrar um caminho, uma alternativa, exige do proponente criticidade e criatividade para defender suas conjecturas. E na Matemática, o que significa uma atividade investigativa⁶⁴? De acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira (2009), para as atividades investigativas não existem respostas imediatas, elas necessitam ser investigadas, usando-se processos fundamentados e rigorosos que possam ser validados e aceitos posteriormente. Em outras palavras, é a busca de uma resposta para algo que se desconhece e isso requer seguir pistas, sinais e indícios, mas também argumentação para sustentar conjecturas elaboradas.

De acordo com Schmitt (2015), na sala de aula, as tarefas investigativas podem ser consideradas potenciais para o desenvolvimento de aprendizagens matemáticas, haja vista que esta pode ser promovida por meio de atividades que estimulem a interação entre os alunos e entre professor e aluno. Ademais, a aprendizagem humana é socialmente constituída e a interação em sala de aula pode dar conta da possibilidade para o desenvolvimento de funções até então não desenvolvidas, ampliando o desenvolvimento atual a fim de potencializá-lo. Mas, cabe aos professores iniciar a proposição de investigações que permitem aos alunos demonstrar estratégias de resolução, formulando e reformulando as conjecturas, mostrando os resultados e discutindo com os colegas, a fim de cultivar a criatividade e criticidade dos alunos, porque a participação ativa dos alunos é uma condição básica para a aprendizagem. E neste sentido, Ponte, Brocardo e Oliveira (2009, p. 21) afirma que para que possa ser bem executada, a investigação matemática tem quatro momentos para sua realização.

64 Na literatura inicialmente fala-se em atividades investigativas. No entanto, no decorrer do tempo, esta expressão passou a se denominar tarefas investigativas. Assim, no decorrer do texto, quando ocorrerem citações, se fará uso da forma como os autores as escreveram. Para as autoras, na análise dos resultados, serão denominadas de tarefas investigativas.

Momento 1: Exploração e formulação de questões (Reconhecer uma situação problema; Explorar a situação problemática; Formular questões).

Momento 2: Conjecturas (Organizar dados; Formular conjecturas e fazer afirmações sobre uma conjectura).

Momento 3: Testes e reformulação (Realizar testes; Refinar uma conjectura).

Momento 4: Justificação e avaliação (Justificar uma conjectura; Avaliar o raciocínio ou o resultado do raciocínio).

No primeiro momento, o professor deve certificar-se de que os alunos compreenderam a questão. Inicialmente, eles podem realizar a leitura do problema de forma individual e discutir em grupo sobre a situação proposta. Caso o professor observe que os alunos não compreenderam a pergunta, este pode dialogar com eles no sentido de auxiliá-los. No segundo momento, em grupo, os alunos devem conjecturar, formular hipóteses no intuito de responder ao problema posto. Já no terceiro momento, cabe aos integrantes do grupo testarem suas respostas, confrontando-as com seus colegas. Caso seja necessário, pode-se refinar alguma conjectura que, porventura, não esteja correta para a tarefa proposta. Por fim, no quarto momento, é relevante os integrantes apresentarem aos demais colegas seus resultados, justificando suas conjecturas e estratégias encontradas para apreciação de todos.

E pensando na emergência de distintas estratégias e conjunturas, qual é o papel do professor? De que forma ele pode ampliar as discussões? Quanto a isso, cabe a ele propor questões mais “abertas” - termo que será discutido posteriormente - que possibilitam a busca por respostas diferenciadas. Neste sentido, Ponte, Brocardo e Oliveira (2009, p. 49-50) afirmam que

Numa aula em que os alunos realizam investigações matemáticas, é muito provável, e desejável, que o professor raciocine matematicamente e de modo autêntico. Dada a natureza desse tipo de atividade, é muito natural que os alunos formulem questões [e respostas] em que o professor não pensou.

Assim, o professor precisa estar aberto e seguro para discernir as distintas respostas, mas, também, apontar os equívocos ou inconsistências, caso existam. Em adição, na esfera que engloba todos os princípios das tarefas investigativas, o papel do professor é fundamental, no sentido de questionar, incitar e desestabilizar o aluno, para que ele possa refletir sobre como resolver a tarefa proposta. Neste sentido, pode-se dizer que é função do professor manter o interesse do aluno (Civiero; Santana, 2013). Ainda, o professor tem o papel de desafiar os alunos com questões instigadoras, deixando que assumam o processo de exploração e explicação, possibilitando que o cenário de investigação passe a constituir um novo ambiente de aprendizagem (Skovsmose, 2008).

Ademais, o professor precisa estar atento para todo esse processo de formulação e teste de conjecturas, para garantir que os alunos vão evoluindo na realização de investigações. Desse modo, cabe-lhe colocar questões que estimulem os alunos a olhar em outras direções e os façam refletir sobre aquilo que estão a fazer (Ponte, Brocardo e Oliveira, 2009).

No que tange à proposição das tarefas investigativas, é relevante apresentar problemas ao invés de exercícios. De acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira (2009, p. 23),

Um problema é uma questão para a qual não se dispõe de um método que permita a sua resolução imediata, enquanto que um exercício é uma questão que pode ser resolvida usando um método já conhecido. É claro que pode haver exercícios mais difíceis,

requerendo a aplicação mais ou menos engenhosa de vários métodos e também existem problemas mais simples ao lado de outros mais complicados.

Mais especificamente, para um melhor raciocínio lógico dos alunos, em uma Investigação Matemática, de acordo com Lamonato e Passos (2011), o professor poderá planejar questões abertas, que possibilitam aos educandos a formulação de conjecturas acerca das atividades planejadas. Para Ponte *et al.* (1998, p. 41),

as situações abertas, cujas questões não estão completamente formuladas, permitem ao aluno envolver-se na atividade desde o seu primeiro momento. De igual modo, na elaboração de estratégias, na generalização de resultados, no estabelecimento de relações entre conceitos e áreas da Matemática, na sistematização de ideias e resultados, são múltiplas as oportunidades de trabalho criativo, significativo para quem o empreende.

Neste texto, fala-se nos parágrafos anteriores do papel do professor, mas, nesta tendência, qual é o papel do aluno? O aluno deve determinar objetivos, conduzir investigações, formular estratégias e hipóteses, testar palpites, analisar os resultados obtidos e questionar o professor, além de estar com vontade de aprender e formular respostas possíveis. Para Ponte, Brocardo e Oliveira (2009), em uma Investigação Matemática, o discente deve agir como um matemático na formulação e reformulação de conjecturas, além de apresentar os resultados aos colegas. A investigação é algo prático, palpável e mais dinâmico para a aprendizagem do aluno. Com a investigação matemática, o aluno desenvolverá melhor o raciocínio lógico, ao pensar em diferentes respostas possíveis, formular estratégias, questionar, discutir com os colegas e professor.

Após apresentar algumas concepções acerca da investigação matemática, cabe refletir de que forma ela poderá auxiliar ou inovar o processo de ensino da Matemática, haja vista que este ainda é, por vezes, pautado pelo modelo, quase que exclusivo, da exposição dos assuntos pelo professor, seguido de exemplos e exercícios. Para Magina *et al.* (2011), metodologias que oportunizam aos estudantes uma ambiência exploratória investigativa, podem possibilitar a elaboração de estratégias de enfrentamento de problemas. E neste sentido, Pais (2001, p. 35) afirma que é necessário compreender que uma atividade de Investigação Matemática “não se trata de problemas que exigem o simples exercício da repetição e do automatismo”.

Ao se buscar problemas que permitam mais de uma solução, e isso questões abertas proporcionam - isso valoriza a criatividade e faz emergir estratégias pessoais (Pais, 2001). De forma contrária, enquanto estivermos em um modelo cujo resultado está correto ou incorreto, o ensino estará baseado em um modelo de educação que trata o conhecimento matemático como um conjunto de fatos, leis e fórmulas prontas, fechadas e de difícil compreensão, não admitindo mudanças (Rabelo, 2002, p. 18). E este não é o cenário que se busca para os alunos, tampouco se apregoa junto aos professores dos Anos Iniciais. Após apresentar o entendimento do grupo de pesquisadores acerca de tarefas investigativas, descreve-se como os dados apresentados neste estudo foram obtidos e como foram analisados para este relato.

3. Metodologia

Este estudo teve uma abordagem qualitativa e seus dados foram apresentados de forma descritiva. De acordo com Gil (2021), a pesquisa qualitativa enfatiza as qualidades de entidades e de processos que não são apresentados em termos de quantidade, intensidade

ou frequência. O autor ressalta a natureza socialmente construída da realidade, o relacionamento entre o pesquisador e o que é estudado, além das restrições situacionais que moldam a investigação. Ainda para o autor, ela não se alicerça em uma teoria ou paradigma exclusivo, pelo contrário, fundamenta-se em múltiplas tradições, como a fenomenologia, o interacionismo simbólico e o pós-modernismo. Ademais, é preciso ter uma ideia do que se deseja saber e elaborar, um plano para efetivar a pesquisa que busca fornecer respostas a perguntas como: o que pesquisar, como pesquisar, quando pesquisar, onde pesquisar e por que pesquisar.

Embasados no autor supracitado, entende-se que esta pesquisa tem uma abordagem qualitativa, haja vista que os resultados obtidos foram descritos qualitativamente, sem menção à quantidades, à frequência ou à intensidade. Em adição, a pesquisa intenta responder o que afirmaram duas professoras dos Anos Iniciais acerca de um conjunto de tarefas investigativas exploradas em duas escolas da região do Vale do Taquari.

Com o objetivo de compreender as opiniões de duas professoras que participaram da exploração das tarefas investigativas e que já faziam parte da pesquisa há cinco anos, foi realizada uma entrevista contendo seis perguntas, as quais buscavam saber: 1) Em relação às tarefas investigativas aplicadas com os alunos, qual você acredita que foi mais difícil para as crianças executarem? Por quê; 2) Das oito tarefas exploradas com os alunos, quais delas eles se interessaram mais em fazer?; 3) Você percebeu que houve trabalho em grupo? Qual tarefa promoveu maior integração dos alunos?; 4) Você percebeu que os alunos conjecturaram e formularam estratégias inteligentes para responderem as tarefas investigativas? Qual ou quais foram mais potentes; 5) As expectativas sobre as tarefas investigativas foram alcançadas? Acredita que elas [as tarefas investigativas] facilitam a compreensão da matemática? e 6) Você tem alguma sugestão de tarefa que possa ser trabalhada? As entrevistas foram agendadas, via meet⁶⁵, e foram gravadas para serem, posteriormente, transcritas para se ter uma melhor compreensão das respostas.

Os resultados relevantes da entrevista estão descritos na seção a seguir.

4. Relato das atividades e análise dos resultados

Nesta seção, são descritos os resultados obtidos acerca do que afirmaram duas professoras dos Anos Iniciais sobre um conjunto de tarefas investigativas elaboradas e exploradas nos Anos Iniciais em duas distintas escolas. Cabe ressaltar que as pesquisadoras, na maioria das atividades, atuaram junto com as professoras nas salas de aula.

4.1 As falas das professoras

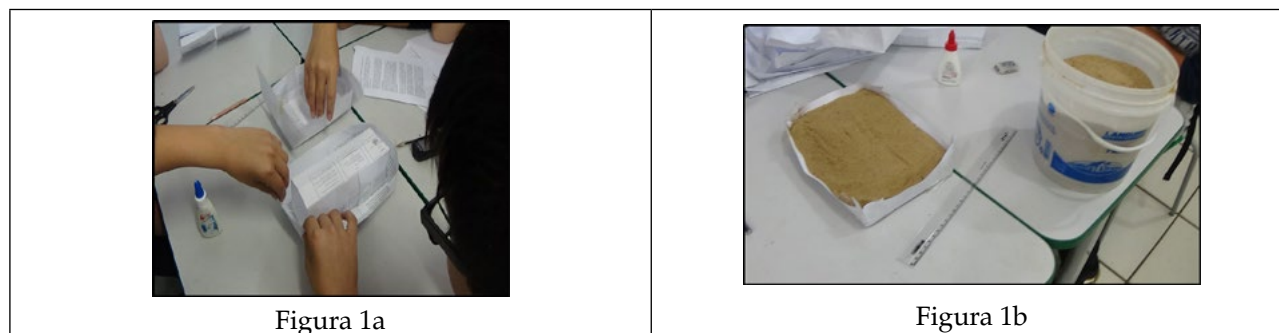
No que tange ao resultado sobre a tarefa investigativa que os alunos tiveram mais dificuldade para realizar, as duas professoras citam que a mais difícil foi a relacionada à construção de uma caixa de areia, em que os alunos foram divididos em grupos, e cada grupo recebia uma folha de papel A4 e areia. O objetivo da tarefa era construir uma caixa de areia na qual coubesse o máximo de areia. Para isso, os alunos deveriam elaborar alguma estratégia para a construção. A tarefa investigativa foi assim descrita para os alunos: Com a

65 Pelo fato das professoras nem sempre estarem disponíveis e apreciarem videoconferências.

folha fornecida, construa uma caixa sem tampa de modo que caiba a maior quantidade de areia possível. Como o grupo pensou para que coubesse a maior quantidade?

Na Figura 1 tem-se ilustrações dos alunos conjecturando acerca da construção da caixa (Figura 1a) e com ela já preenchida, parcialmente, com areia (Figura 1b).

Figura 1 - Construção de um grupo de alunos (a) e o preenchimento da caixa



Dos autores, 2023.

A professora P1⁶⁶ cita que a maior dificuldade na construção da caixa foi em virtude de as crianças não entenderem o porquê do modo de fazer a caixa poder proporcionar volumes de areia distintos, se o material entregue [a folha de desenho] era a mesma. Já a professora P2 relata que o que tornou essa tarefa difícil foi ter apenas um material para cada grupo, no caso uma folha, gerando conflitos para decidir de qual modo iriam executar o desafio proposto. Como sugestão, a professora destacou que a turma poderia ser dividida em grupos menores para que tivessem um melhor diálogo e que todos pudessem participar da construção. A professora P2 ainda comenta que em grupos com mais alunos, “uns alunos influenciam os outros” e por isso alguns acabam não se pronunciando no grupo.

Analisando a resposta da professora P2 percebe-se o quanto o professor deve instigar os alunos a conjecturar e traçar suas estratégias para resolver uma tarefa investigativa. De acordo com Ponte, Brocardo e Oliveira (2009), cabe ao professor acompanhar a evolução das investigações e incentivar os alunos para que possam, com seus colegas, encontrar uma resposta, uma vez que investigação matemática significa procurar algo, questionar e querer saber, no caso, qual modelo de caixa caberia a maior quantidade de areia (LAMONATO e PASSOS, 2011). Ao aluno, cabe agir como um matemático formulando e reformulando conjecturas, compartilhando suas ideias com os colegas (Ponte, Brocardo E Oliveira, 2009). Conforme está expresso na BNCC: é necessário “desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo” (Brasil, 2018, p. 267).

Com relação aos comentários da professora P2, a BNCC também apregoa a necessidade de trabalhar de forma coletiva, conforme está expresso a seguir:


Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (Brasil, 2018, p. 267).

66 As professoras participantes serão denominadas de P1 e P2 para preservar o anonimato.

Ou seja, é relevante o aluno aprender a trabalhar em equipe, uma vez que é na troca com os colegas que também se aprende.

Seguindo a entrevista acerca das tarefas que os alunos mais se interessaram em fazer, professora P1 relata que foram as que envolviam sequências de números e formas geométricas, em que foram apresentados padrões para as crianças, sendo necessário elas darem continuidade aos próximos elementos de uma sequência. Depois de aplicadas as tarefas, a professora comentou que deu continuidade com tarefas investigativas criando outras, semelhantes às que foram exploradas na pesquisa. Exemplos deste tipo de tarefa podem ser observados na Figura 2.

Figura 2 - Exemplo de tarefa investigativa de números (2a) e formas geométricas (2b).

<p>Continue a sequência com três possibilidades diferentes:</p> <p>a) Primeira possibilidade: 6, 10, _____, _____, _____, _____, _____</p> <p>b) Segunda possibilidade: 6, 10, _____, _____, _____, _____, _____</p> <p>c) Terceira possibilidade: 6, 10, _____, _____, _____, _____, _____</p>	<p>Representar com o material, a sequência de peças que segue:</p>  <p>Figura 1 Figura 2 Figura 3</p> <p>a) Representar a quarta figura: b) Representar a quinta figura: c) Representar a sexta figura: d) Como você pensou?</p>
---	---

Dos autores, 2023.

De fato, a BNCC apregoa que no 1º ano, na unidade temática da álgebra, está expresso que os alunos devem adquirir os seguintes objetos de conhecimento:

Padrões figurais e numéricos: investigação de regularidades ou padrões em sequências e organizar e ordenar objetos familiares ou representações por meio figuras, por meio de atributos, tais como cor, forma e medida. Sequências recursivas: observação de regras usadas utilizadas em seriações numéricas (mais 1, mais 2, menos 1, menos 2, por exemplo) (Brasil, 2018, p. 278).

Pode-se observar que a professora P1 está atenta aos objetos de conhecimento da BNCC quando ela propõe tanto sequências numéricas quanto figurais.

Com relação à professora P2, ela relata que a tarefa que mais chamou atenção dos alunos foi a atividade dos cubos, em que também era preciso que continuassem uma sequência, mas todas as crianças tinham acesso ao material, enxergando fisicamente o que estavam trabalhando, ou seja, estavam manipulando os materiais. Ademais, todos puderam colaborar adicionando um cubo onde julgassem ser relevante ou necessário. A tarefa investigativa está representada na Figura 3.

Figura 3 - Tarefa investigativa acerca dos cubos

Observar a sequência de cubos abaixo:

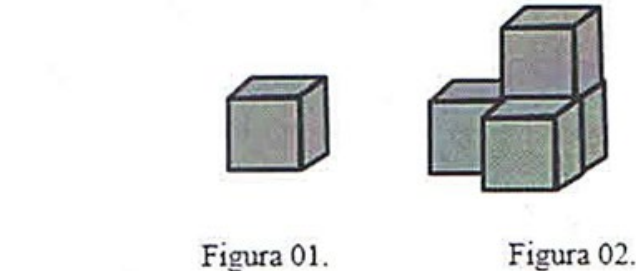


Figura 01. Figura 02.

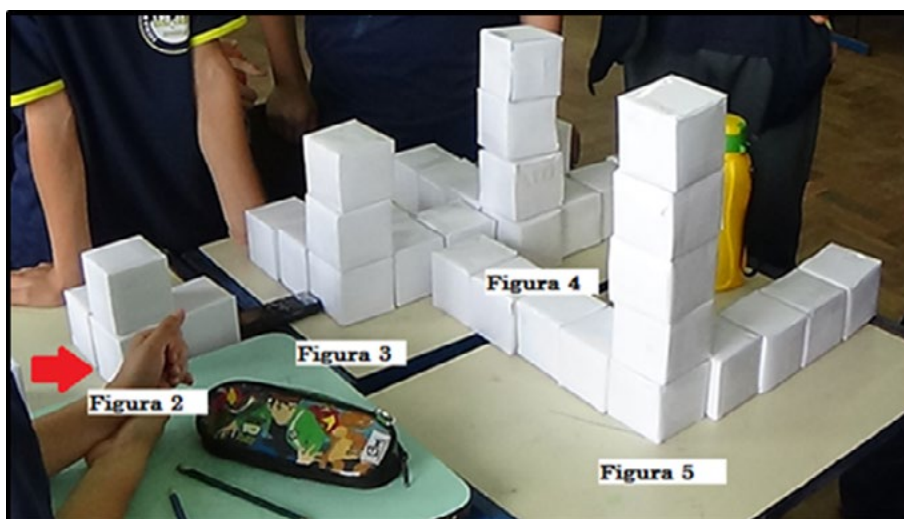
Utilizar o material disponibilizado para representar essas figuras.

a) Representar com os cubos a terceira figura, observando um padrão de sequência.

Dos autores, 2023.

Uma das representação oriunda dos alunos está na Figura 4. Nela pode-se observar que em cada figura (figura 1, figura 2) foi aumentada uma unidade em cada direção, como se fosse ampliar em uma unidade cada eixo de um plano ortogonal. E como foram adicionadas três unidades (cubos) em cada figura posterior, vários alunos puderam tocar no material, e é a isso que a professora se referiu quando disse que todos puderam participar da tarefa e que esta atividade favoreceu o trabalho em grupo.

Figura 4 - Representação da sequência elaborada por um grupo de alunos



Fonte: autores, 2023

Para Macalli (2017), trabalhar em grupo possibilita discussões em que um aluno auxilia o outro. Ademais, por vezes em pequenos grupos os alunos se sentem mais confortáveis para tirar suas dúvidas. De acordo com Deaquino (2008, p. 37):

Uma discussão em pequenos grupos é uma técnica de implementação de aprendizagem que permite aos aprendizes compartilhar experiências e ideias na busca de solução de problemas. O ambiente dos pequenos grupos é menos ameaçador, fazendo com que eles se sintam mais confiantes e confortáveis para expor e discutir ideias, chegando com maior facilidade a uma posição consensual, se esse for o objetivo.

Complementando a pergunta anteriormente citada referente aos trabalhos em grupo, as professoras citam que para as crianças aprenderem a trabalhar em grupo é interessante ora deixar que elas escolham com quem irão fazer e outra a professora escolher para que aqueles que têm menos convivência se aproximem e se ajudem, aprendendo novas formas de raciocinar. Segundo a professora P2, a distribuição dos grupos depende do objetivo final, se o resultado alcançado é ter uma resposta, é possível deixar as crianças escolherem seus grupos, porém se for que elas aprendam a conviver e pensar juntas o ideal é revezar. Já a professora P1 possui fichas de cores que distribui aos alunos para mesclar os alunos e realizar rodízios nos integrantes dos grupos.

Concluindo acerca do questionamento de trabalho em grupo, pode-se compreender, a partir das falas das professoras, que o trabalho em grupo, quando são exploradas tarefas investigativas, é de suma importância, haja vista a ocorrência da troca de informações entre os alunos, um certo empoderamento dos alunos e o desenvolvimento da autoconfiança. Corroborando, cita-se Franzoni e Quartieri (2020, p. 12) que nos dizem

o trabalho em grupo é fundamental nas tarefas que exigem raciocínio e atenção como, por exemplo, na investigação matemática, em que o aluno pode auxiliar o outro a encontrar a solução de um problema, enfrentar as dificuldades em conjunto, bem como aprender com os colegas.

Prosseguindo com as perguntas, questionou-se acerca das estratégias e conjecturas utilizadas pelos alunos e se estas foram potentes respostas para as tarefas investigativas propostas. Neste sentido, queria-se saber se as professoras perceberam que os alunos conjecturaram estratégias inteligentes para resolver as tarefas e se houve destaques nas turmas. A professora P1 comentou que se surpreendeu quando um dos alunos descobriu o elemento que apareceria na posição 340 da sequência. Complementou afirmando que seu aluno foi realizando contas e encheu várias folhas para descobrir qual figura ocuparia àquela posição.

A professora P2 lembrou das primeiras tarefas investigativas que desenvolveu junto aos alunos do 2º ano e comentou que naquela oportunidade foram analisadas as respostas dos alunos no grupo de pesquisa e vislumbrou-se que as estratégias usadas foram, em muitos casos, mais diferenciadas se comparadas às usadas pelo 3º ano. A mesma atividade também havia sido explorada neste nível de ensino. A professora lembrou, ainda, que a turma era muito ativa e que os alunos vieram com histórias de vida muito diferentes, o que enriqueceu as discussões acerca de diferentes assuntos em sala de aula.

Neste sentido, pode-se observar que a obtenção de sucesso na exploração de tarefas investigativas tem relação com vários elementos, como bem afirma Bertini (2015, p. 1203):

Uma mesma tarefa pode apresentar-se como ponto inicial de uma investigação para uma turma de estudantes e não para outra, pois a propriedade de ser, ou não, uma tarefa investigativa não depende da tarefa em si, mas depende do conhecimento prévio da turma, como afirma Ponte (2005). Também, segundo Skovsmose (2008), ser, ou não, uma investigação é uma propriedade relacional; depende, além da natureza da tarefa, do professor, de como ele faz o convite, e dos estudantes, de quais sejam suas prioridades no momento.

Questionadas acerca das expectativas em relação às tarefas investigativas, a professora P1 disse que elas foram atendidas e que não se imagina mais enchendo o quadro de contas. E caso o faça “[...] parece que estou fazendo algo de errado”. Ademais, relatou que seus alunos passaram a gostar de realizar cálculos mentais, distintamente de anos anteriores em que eles passavam muito tempo realizando “apenas” contas.

Ainda em relação às tarefas investigativas e de como desenvolvê-las ela comenta: “Não é só entregar a tarefa e deu [investigação é questionamento, é perguntar, por exemplo, o que tu achas, como foi que pensaste?”. De fato, Bertini (2015, p. 1203) afirma que uma tarefa investigativa

requer um papel diferenciado do professor, que é o de propor intervenções nos grupos e nas discussões finais de forma a incentivar os estudantes a utilizarem suas próprias estratégias, a avançarem por meio de questões desafiadoras nas suas explorações e, também, auxiliar em dúvidas que possam surgir durante a atividade.

Já a professora P2 comentou que a principal contribuição das tarefas investigativas em suas turmas de alunos foi reduzir o medo que as crianças tinham da matemática. Elas tinham muito medo de errar e “na investigação matemática não existe o certo ou o errado, existem formas diferentes de responder a pergunta”. Na realidade eles perderam “o medo da matemática, medo de falar, escrever e de pensar”. E neste sentido a fala da professora vem ao encontro das ideias de Franzoni e Quartieri (2020) quando afirmam que na investigação matemática existem vários caminhos e diversos fatores que interferem na obtenção do resultado final e “não necessariamente [...] a resposta encontrada é a única que está correta” Franzoni E Quartieri, 2020, p. 13).

Por fim, perguntou-se para as professoras se elas tinham alguma sugestão de continuidade de estudos nesta temática. Neste sentido, a professora P1 disse estar esperando as pesquisadoras, mas que também elabora tarefas. Em uma das falas afirma: Eu também vou fazer minhas pesquisas”, o que denota que ela mesma está elaborando novas tarefas investigativas, corroborando suas próprias afirmações anteriores. Para Bertini (2015), se a implementação das tarefas investigativas não seja bem sucedida, parcerias podem ser estabelecidas e assim o professor não desiste do desafio quando algo não tenha sido bem sucedido. Segundo o autor, o importante é se ter algum apoio que diga que o professor está no caminho certo. Seria uma forma “de apoio e de confiança para permanência no caminho escolhido” (Bertini, 2015, p. 1204).

Para a professora P2, o que ela deseja é continuar explorando tarefas investigativas, na mesma temática (álgebra e geometria), mas analisar outros aspectos. Além disso destacou que gostaria de ver os resultados daqui uns quatro a cinco anos, para observar como estes alunos estariam, seus níveis de conhecimento, a forma como resolvem problemas, enfim, se estes se tornaram os investigadores que se deseja formar.

5. Considerações finais

Ao chegar ao término deste relato deseja-se voltar ao objetivo dele, qual seja descrever o que falam duas professoras dos Anos Iniciais acerca da exploração de tarefas investigativas implementadas em duas turmas. Ressalta-se, mais uma vez, que os resultados foram obtidos por meio de entrevistas realizadas com as professoras que exploraram tarefas investigativas junto com as pesquisadoras nas salas de aula, mas também de forma independente, junto às suas turmas.

A tarefa mais difícil, na opinião de ambas as professoras, foi construir uma caixa de areia a partir de uma folha para armazenar a quantidade máxima de areia. A dificuldade esteve em compreender como uma mesma folha ao ser dobrada, poderia produzir volumes distintos e também porque tinha apenas uma folha por grupo. Em contrapartida, a que mais proporcionou colaboração dos integrantes do grupo, também para ambas as professoras, foi formar novas figuras ao empilhar cubos, porque permitiu que todos os alunos participassem. Os alunos aprenderam a realizar cálculos mentais e gostaram de serem desafiados a buscar um elemento distante em sequências, usando distintos cálculos.

As professoras gostaram muito de explorar tarefas investigativas que contemplavam o uso de materiais manipuláveis, pois permitiram aos alunos tocarem nos objetos e também permitiu a participação e a colaboração de todos, fortalecendo o trabalho em grupo.

Com relação às expectativas, as professoras mencionaram que foram atingidas e que não conseguem mais lecionar enchendo o quadro de contas, pois sua forma de planejar uma aula agora inclui tarefas mais abertas, que propiciam o discutir, pensar, conjecturar e formar uma resposta. Por fim, mencionaram que gostariam de observar os resultados após quatro ou cinco anos de pesquisa, como estariam estes alunos e que de forma pensam para resolver problemas que contemplam a matemática.

Referências

BERTINI, L. DE F. Ensino de Matemática nos Anos Iniciais: aprendizagens de uma professora no contexto de tarefas investigativas. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 29, n. 53, p. 1201–1223, dez. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CIVIERO, P. A.; SANTANA, M.F. Roteiros de Aprendizagem a partir da Transposição Didática Reflexiva. **Bolema**, Rio Claro (SP), v.27, n.46, p.681-696, ago. 2013.

DEAQUINO, C. T. E. *Como aprender: andragogia e as habilidades de aprendizagem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

FRANZONI, P.; QUARTIERI, M. T. Tarefas Investigativas Relacionadas à Educação Financeira: possibilidades de conjecturas e estratégias de resolução. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, p. e20057, 9 nov. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. 1ª edição. ed. [S. l.]: Atlas, 2021. 333 p. eBook Kindle.

LAMONATO, M.; PASSOS, C. L. B. Discutindo resolução de problemas e exploração-investigação matemática: reflexões para o ensino de matemática. *Zetetike*, Campinas, SP, v. 19, n. 2, 2011.

MACCALI, L. **Atividades investigativas para o ensino da álgebra em turmas de 7º ano e 9º ano do ensino fundamental 2017**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2017.

MAGINA, S. M. P.; SANTANA, E. R. S.; CAZORLA, I. M.; CAMPOS, T. M. M. As estratégias de resolução de problemas das estruturas aditivas nas quatro primeiras séries do ensino fundamental. *Zetetike*, Campinas, SP, v. 18, n. 2, 2011.

NOGUEIRA DE OLIVEIRA, A.; DINIZ DA SILVA CRUZ, B. ; COSTA PEREIRA, A. C. ; PINHEIRO DE LIMA, I. O DESAFIO DE ENSINAR MATEMÁTICA: UM OLHAR PARA A FORMAÇÃO DO PROFESSOR PEDAGOGO. *Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco, [S. l.]*, v. 11, n. 24, p. 607–628, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1491>. Acesso em: 7 set. 2023.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: Uma análise da influência francesa**. Coleção: Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

PERTILE, K.; JUSTO, J. C. R. O desafio dos professores dos Anos Iniciais para o ensino da Matemática conforme a BNCC. *Ensino em Re-Vista*, p. 612–636, 28 abr. 2020.

PONTE, J. P. da; OLIVEIRA, H.; BRUNHEIRA, L.; VARANDAS, J. M.; FERREIRA, C. **O trabalho do professor numa aula de investigação matemática**. *Quadrante, [S. l.]*, v. 7, n. 2, p. 41, 1999.

PONTE, J. P.; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

PONTE, J. P., OLIVEIRA, H., BRUNHEIRA, L., VARANDAS, J. M. FERREIRA, C. O trabalho do professor numa aula de investigação matemática. Lisboa, *Quadrante*, 1998), p. 41-70.

RABELO, Edmar H. **Textos matemáticos: produção, interpretação e resolução de problemas**. 3 ed. revisado e ampliado. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

REHFELDT, M. J. H.; QUARTIERI, M. T. Sugestões de Tarefas Investigativas. In: REHFELDT, M. J. H.; QUARTIERI, M. T. GONZATTI, S. E. M. (org.). **Tarefas Investigativas para os Anos Iniciais**. Porto Alegre: Casalettras, 2021, p. 127-143.

SCHMITT, F. E. **Abordando geometria por meio da investigação matemática: um comparativo entre o 5º e 9º anos do Ensino Fundamental**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ensino de Ciências Exatas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, maio 2015.

SILVA, A. L. F. DA. **História da matemática, tecnologias digitais e investigação matemática no ensino de unidades temáticas de matemática da BNCC para o 8o ano.** [s.l.] Brasil, 11 Dec. 2019.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em educação matemática crítica.** Tradução de Orlando de Andrade Figueiredo e Jonei Cerqueira Barbosa. Campinas: Papirus, 2008.

TUDO SE TRANSFORMA: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

Edna Neves da Silva Cavasin⁶⁷
Sônia Elisa Marchi Gonzatti⁶⁸

1. Contextualização

Este trabalho é recorte de uma dissertação de mestrado que investigou como a experimentação investigativa facilita o ensino de Química em uma turma de 2º ano do ensino médio (Cavasin, 2023). Foram desenvolvidas três sequências de ensino investigativo (SEI): ácidos e bases (SEI 1), transformações químicas da matéria (SEI 2) e por que a água não queima (SEI 3). A SEI 2 será apresentada em mais detalhes neste artigo.

Além disso, será realizada uma análise descritiva salientando os indícios de melhorias na aprendizagem de conhecimentos de Química, do desenvolvimento da argumentação e de competências atitudinais, que foram categorias empíricas emergentes da pesquisa (Cavasin, 2023).

No que tange ao ensino de Ciências e de Química, a experimentação pode ser desenvolvida de diferentes maneiras. Araújo e Abib (2003) apresentam diferentes abordagens para as atividades experimentais, que vão desde atividades de demonstração/observação, ou de verificação de conceitos e teorias expostos pelo professor, até atividades de investigação, sempre com temáticas que levem em conta o contexto em que os alunos estão inseridos, de forma a incentivar a participação deles na construção do saber.

Nesta pesquisa, optamos por uma abordagem inspirada na experimentação investigativa, a fim de que o aluno possa participar ativamente, argumentar, e aprender com/sobre o processo de fazer ciência, contemplando pressupostos do Ensino por investigação (Carvalho, 2013; 2018; Sasseron; Carvalho, 2014; Munford; Lima, 2007)

2. Aportes teórico-metodológicos das sequências de ensino investigativo

O ensino por investigação pode ser trabalhado com os alunos por meio de atividades investigativas, de acordo com os pressupostos de Sasseron (2015) e Carvalho (2013). Uma possibilidade para organizar atividades de sala de aula pautadas no ensino por investigação são as sequências de ensino investigativo (SEI). A organização se inicia com o planejamento dessas SEI. Para Sasseron (2015, p. 59):

67 Mestra em Ensino de Ciências Exatas (Universidade do Vale do Taquari – Univates). Professora do Estado do Mato Grosso. edna.cavasin@universo.univates.br

68 Doutora em Educação (PUCRS). Professora do Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade do Vale do Taquari – Univates, soniag@univates.br

Uma Sequência de Ensino Investigativo é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados.

Já Carvalho. (2013, p.10) descreve a proposta das SEI como:

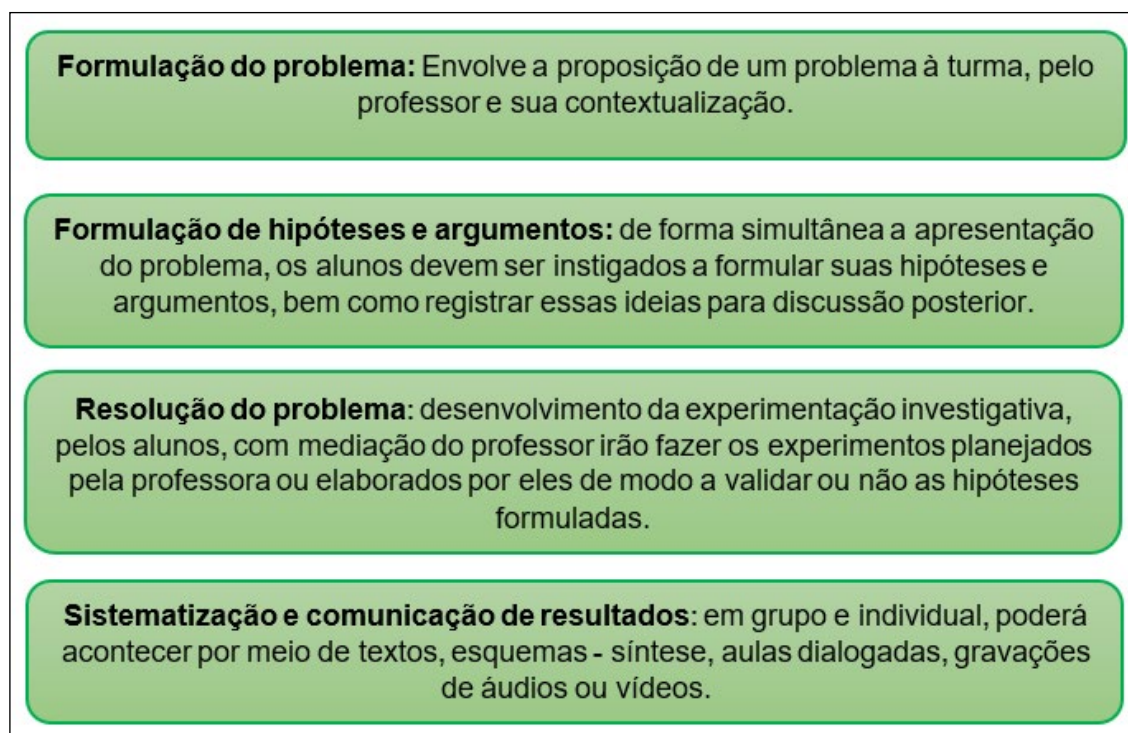
Sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

A premissa é que a organização de uma SEI, segundo alguns passos sugeridos, contribuem para o desenvolvimento de processos investigativos. Ademais, o ensino por investigação é profícuo para articular os domínios epistêmico, social e conceitual dos conhecimentos científicos em sala de aula (Franco; Munford, 2020). Dito de outra forma, o ensino por investigação pressupõe práticas epistêmicas no seu desenvolvimento e, portanto, oportuniza ao estudante que vivencie processos inerentes à construção de conhecimento.

Em efeito, práticas epistêmicas como narrar, explicar, descrever, prever e comunicar devem permear as diferentes etapas de uma sequência de ensino investigativo. Do ponto de vista teórico, tal orientação está alinhada com uma visão de conhecimento como construção social e situada historicamente. No âmbito pedagógico, o intuito principal é que os alunos possam expor suas ideias a respeito dos fenômenos, visando explicar suas hipóteses e inferências frente ao problema investigado.

Para fins de organização didática, a SEI intitulada **Tudo se transforma** foi organizada segundo etapas sugeridas por Carvalho (2013; 2018) e Sasseron (2015). A figura 1 apresenta estas etapas e suas intenções:

Figura 1. Etapas da SEI



Fonte: Elaborado com base em Carvalho (2018).

Evocando a base piagetiana do ensino por investigação (Carvalho, 2020, p. 2), cabe ressaltar “a importância de um problema para o início da construção do conhecimento”. Nesse sentido, cabe ressaltar as características de um bom problema, seguindo a perspectiva teórico-metodológica de Carvalho (2018, p.771-772), conforme Quadro 1.

Quadro 01. Características de um bom problema

Um bom problema fornecerá aos alunos, condições para:	resolverem e explicarem o fenômeno envolvido;
	que as hipóteses levantadas levem a determinar as variáveis;
	relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem;
	que os conhecimentos aprendidos sejam utilizados em outras disciplinas do conteúdo escolar;
	que passem das ações manipulativas às ações intelectuais;
	que construam explicações causais e legais.

Fonte: Elaborado pelas autoras, inspirado em Carvalho (2018).

Outra reflexão importante diz respeito às diferentes linguagens das ciências. Carvalho (2013) afirma que, nas Ciências da Natureza, tais linguagens precisam ser exploradas na abordagem investigativa, a fim de ampliar as possibilidades para o aluno na construção do conhecimento. A contextualização do tema abordado, portanto, traz maior aproximação com o cotidiano, valorizando os conhecimentos prévios, ou seja, fazendo sempre uma ligação entre o conteúdo proposto e o dia a dia dos alunos. As contribuições de Vigotsky sobre o papel da linguagem e das interações sociais na aprendizagem sustentam estas inferências pedagógicas (Carvalho, 2020).

Em efeito, a situação problema a ser investigada no viés dessa abordagem tende a gerar maior interesse pelos alunos se fizer parte da sua vivência ou se referir-se a um tema instigante, que causa impacto em sua vida. Uma situação problema com esse viés tornará mais interessante a busca por respostas,

Conhecer as Ciências tem, portanto, um alto grau de comprometimento com a percepção de que o mundo está em constante modificação, sendo importante e necessária a permanente busca por construir entendimento acerca de novas formas de conceber os fenômenos naturais e os impactos que estes têm sobre nossa vida (Sasseron, 2015, p.52).

Ainda, a mesma autora nos lembra da importância do planejamento, que precisa ser construído com base nos conhecimentos dos alunos e seus contextos. Do ponto de vista epistêmico, essa abordagem didática implica reconhecer que “qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior” (Carvalho, 2020, p. 2), que é outra contribuição da epistemologia de Piaget para o ensino por investigação.

Complementarmente, o conceito vigotskyano de zona de desenvolvimento proximal - que define a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial do estudante – também tem implicações pedagógicas importantes na elaboração e condução de uma atividade investigativa. Entre outros fatores, a adoção de atividades em grupo e sua utilização frequente por muitos professores pode ser explicada por meio deste conceito, já que

[...] podemos entender o porquê dos alunos se sentirem bem nesta atividade [trabalho em grupo]: estando todos dentro da mesma zona de desenvolvimento real é muito mais fácil o entendimento entre eles, às vezes mais fácil mesmo do que entender o professor. Além disso, como mostra o conceito [de ZDP], os alunos têm condições de se desenvolver potencialmente em termos de conhecimento e habilidades com a orientação de seus colegas (Carvalho, 2020, p. 5).

Portanto, além de um bom problema, é essencial que uma SEI contemple diferentes estratégias para refletir, pesquisar e resolver o problema proposto, assegurando interações entre os alunos e momentos para compartilhamento e discussão das dúvidas, soluções e aprendizagens.

Revisitando o escopo deste artigo, a SEI analisada explora objetos de conhecimento ligados ao estudo da matéria, suas propriedades e transformações químicas. A escolha desse tema está relacionada à sua relevância na compreensão de fenômenos químicos e à importância das transformações da matéria e energia, pois vivenciamos transformações a todo instante.

3. Metodologia

A natureza da presente pesquisa é qualitativa. Na perspectiva de Yin (2016), a pesquisa qualitativa permite a realização de estudos aprofundados sobre uma ampla variedade de tópicos em seus contextos reais. Essa abordagem contribui para a pesquisa desenvolvida em questão por priorizar qualidade e diversidade dos dados empíricos e suas fontes ao invés de quantidade e tratamento estatístico destes dados.

Quanto às estratégias e instrumentos de geração de dados, foram feitos registros por meio de vídeos, fotos, áudios e anotações dos alunos nas resoluções das SEI, o que facilitou

examinar o desenvolvimento dos alunos no processo de argumentação. Utilizamos um diário de campo para anotar os acontecimentos em sala de aula, para análise de dados.

A presente pesquisa ocorreu numa escola estadual de ensino médio e foi desenvolvida em aulas de Química ao longo do quarto bimestre letivo de 2022, com 21 alunos de uma turma do 2º ano, com idade entre 15 a 17 anos. Essa turma foi escolhida pelo fato de apresentarem defasagens nos conhecimentos de Química e por já terem sido alunos da primeira autora no ano anterior. O quadro 2 apresenta uma síntese do desenvolvimento da SEI **Tudo se transforma** e os materiais empíricos gerados para análise.

Quadro 02. Desenvolvimento da SEI-2: Tudo se transforma

Encontros/Duração	Atividades desenvolvidas	Estratégias e instrumentos de coleta de dados
1- 1:40 h	Apresentação do problema e registro de hipóteses Realização de dois experimentos distintos.	Anotações no diário de campo.
2- 1:40 h	Apresentação dos experimentos (após consenso entre grupos).	Anotações no diário de campo.
2- 1:40 h	Discussão de resultados entre grupos.	Síntese individual com considerações sobre as apresentações e os principais aprendizados

Fonte: Cavasin (2023).

3.1. A estrutura da SEI **Tudo se transforma**⁶⁹

A execução desta SEI envolveu 6 horas-aula, de 50 minutos cada. Iniciou com a leitura de um texto sobre as transformações da matéria, como breve introdução ao tema a ser abordado. Teve como problema para discussão: Quais as principais evidências de que ocorreu uma transformação química na matéria?

Em complemento ao problema, fizemos uso de algumas questões instigadoras a fim de que argumentassem. Organizados em quatro grupos, os estudantes discutiram e foram orientados a levantar hipóteses sobre o que iria ocorrer após a mistura de alguns materiais e instigar que relacionassem estas misturas às transformações da matéria. Os registros foram realizados nos cadernos dos estudantes e posteriormente recolhidos pela pesquisadora.

Enquanto formulavam suas ideias a partir da discussão do problema referente a SEI, fizemos observações e mediações sempre que necessário. Houve a realização de duas atividades experimentais, uma sobre oxidação e outra sobre fermentação.

Nesta etapa de resolução do problema, num primeiro momento os grupos desenvolveram experimentos iguais. Utilizamos como pergunta inicial dos experimentos: O que você acha que vai acontecer quando colocar água sanitária sobre a palha de aço? Por que será que podemos utilizar o bicarbonato de sódio para fazer bolos? Depois de elaborar e anotar suas hipóteses, os alunos receberam os materiais pertinentes à experimentação

⁶⁹ A descrição completa da SEI e suas etapas pode ser acessada no produto educacional decorrente da pesquisa (Cavasin; Gonzatti, 2023).

e puderam testá-las, refutando ou validando suas ideias iniciais. A figura 2 apresenta os experimentos realizados.

Figura 02. Realização dos experimentos sobre oxidação e fermentação.



Fonte: As autoras (2023).

Após a realização dos experimentos, os grupos conversaram entre si para discutir seus argumentos e chegar a um consenso quanto às conclusões. Depois deste momento, os pequenos grupos formaram dois grandes grupos, nos quais discutiram suas conclusões e argumentos sobre os experimentos.

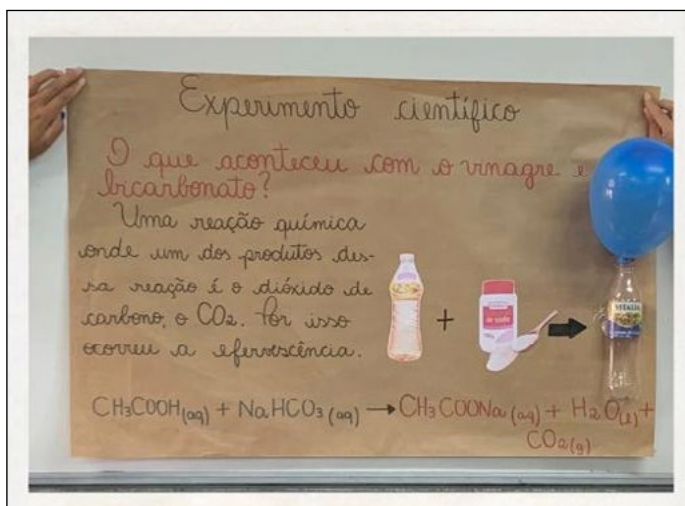
Na continuidade, foi sugerido que escolhessem dois representantes dos grandes grupos. A estratégia foi adotada para que estes representantes desenvolvessem a experimentação e apresentassem as principais hipóteses e conclusões para que o outro grupo pudesse verificar e fazer questionamentos a eles. Esta atividade gerou certa inquietação e curiosidades na turma, pois eles queriam saber se suas hipóteses e verificações estavam corretas antes de apresentar.

Optamos por essa estratégia visando estabelecer diferentes oportunidades e formas de estimular a argumentação sobre o problema em estudo, consistente com as proposições teórico-metodológicas sobre o ensino por Investigação (Carvalho, 2018; 2020). Neste caso, está se estimulando a argumentação oral. Os alunos descreveram em seus cadernos o que

aprenderam e as considerações sobre a estratégia de apresentação do outro grupo e como auxiliaram no entendimento sobre o tema abordado.

Para finalizar a etapa de sistematização, foi proposto aos grupos que pesquisassem, em diferentes fontes, sobre as reações químicas envolvidas nos experimentos trabalhados e que confeccionassem material para auxiliar na explicação aos demais. Na sequência, ocorreu nova rodada de apresentações das principais conclusões, utilizando os cartazes elaborados como recurso pedagógico (Figura 03). A explicação se deu de forma tranquila.

Figura 03. Exemplo de material explicativo confeccionado pelos grupos.



Fonte: As autoras (2023).

4. Análise e discussão de resultados

De modo geral, os alunos se mostraram interessados em realizar as atividades experimentais investigativas, porém com diferentes dificuldades para argumentar e discutir suas ideias. As hipóteses iniciais levantadas para o problema foram um pouco equivocadas, tomando-se os conhecimentos químicos cientificamente aceitos como parâmetro. Reiteramos a percepção de que há uma defasagem importante em conceitos básicos de Química. Mesmo assim, os alunos realizaram a SEI com interesse e expectativa.

Essas impressões iniciais permitem inferir que as Sequências de Ensino Investigativo facilitaram o ensino de Química e contribuíram com a argumentação e autonomia dos alunos em busca do conhecimento.

Como indícios de melhorias nas aprendizagens sobre transformações químicas, a análise evidenciou um considerável avanço nas correlações com o cotidiano. Os alunos entraram em contato com os materiais disponíveis, que foram água sanitária, palha de aço, vinagre, bicarbonato de sódio e balão de festa. Foi possível observar que os alunos estavam atentos, observando detalhes das reações que estavam ocorrendo. A descrição destes detalhes (características visíveis das reações químicas), pelos alunos, favoreceu a compreensão sobre as transformações químicas da matéria, como pode ser notado nos excertos a seguir.

“[...] o experimento com o bicarbonato de sódio com vinagre, com a demonstração feita, vi a formação do gás carbônico que encheu o balão”. (A8)

“Além da alteração da cor da água sanitária que ela se tornou um pouco mais escura, é mais alaranjada, também teve no fundo do copo algumas partículas alaranjadas que era o caso da oxidação da palha de aço”. (A7)

Prosseguindo nas reflexões, é possível afirmar que os alunos avançaram quanto às correlações sobre as transformações químicas ocorridas na matéria. As escritas sugerem melhorias na aprendizagem, pois o grupo em questão estabeleceu relações do conhecimento químico com outras áreas e aplicações. Um dos grupos citou diferentes exemplos de processos fermentativos, que envolvem transformações químicas da matéria. Isso sugere que tiveram a percepção de que muitos materiais e processos, sejam estes naturais ou não, planejados ou espontâneos, envolvem transformações da matéria, em especial transformação química. A seguir, um excerto que corrobora essa inferência,

“Processo de fabricação de pães, bolos e outras massas; processo de maturação de alimentos: mamão, banana, maçã; processo de envelhecimento humano” (Grupo 2).

No que tange à reação de oxidação, o mesmo grupo fez correlações com conceitos químicos já estudados. Neste caso, relacionaram o processo de oxidação com a velocidade em que ocorre a transformação. Perceberam que as evidências de uma transformação química podem ter diferentes tempos para acontecer de acordo com as características dos materiais envolvidos, como mostra o excerto a seguir.

“A palha de aço oxidou e a água sanitária mudou de cor. O processo de oxidação seria um pouco mais lento, a água sanitária é mais agressiva em relação a água”. (Grupo 2)

O próximo excerto evidencia o entendimento do grupo sobre o uso de substâncias pensadas para determinados fins, ou seja, que a mistura dessas substâncias resultará em uma transformação química e como produto dessa reação ocorrerá o desprendimento de um gás que ao tentar sair arrasta a massa do bolo.

“Ele [fermento] ajuda no crescimento do bolo e na sua leveza, formando bolhas”. (Grupo 4)

As SEI desenvolvidas na intervenção pedagógica foram planejadas pautadas nas diretrizes do ensino por investigação, portanto, todas incluíram estratégias e formas de registro que estimulassem a liberdade intelectual e a expressão dos argumentos construídos.

Por isso, aos poucos se estabeleceram diálogos entre alunos e professoras e dos alunos entre si, que contribuíram para perceberem que podiam se expressar sem pressa e sem julgamentos. Estes cuidados pedagógicos favoreceram o desenvolvimento da argumentação pelos alunos. De fato, uma das diretrizes principais do ensino por investigação é o grau de liberdade intelectual dado ao aluno (Carvalho, 2018).

Na prática, conceder tal liberdade e estimular a argumentação é uma tarefa desafiadora, pois cada sujeito tem uma maneira de se comunicar, alguns através de comentários orais, outros por meio de registros ou até mesmo de indagações.

Ao questionarmos os alunos se perceberam que tinham liberdade para se expressar por meio das SEI realizadas, obtivemos alguns depoimentos, como:

[...] os alunos têm a oportunidade de expressar a própria opinião [...] (A13)

“Sim, houve muita conversa e troca de ideias durante as aulas”. (A3)

“[...] A professora abriu um leque para nos manifestarmos [...]”. (A4)

Estas constatações empíricas evidenciam que o desenvolvimento da argumentação se funde com o ato de investigar, abordagem que era desconhecida pelos alunos, ou seja, a argumentação foi sendo construída ao longo da investigação.

Corroborando esta análise, Alves (2018), percebeu que no início do desenvolvimento de sua intervenção, os alunos queriam as respostas prontas. No entanto, com o andamento das aulas, percebeu que a abordagem investigativa favoreceu a mudança desse comportamento, e os instigou a busca para resolverem e explicarem a situação-problema.

Em efeito, este processo também foi observado nesta pesquisa, já que foi perceptível a evolução dos alunos no desenvolvimento das SEI. A abordagem do ensino por investigação provocou que os alunos saíssem de sua zona de conforto, como receptores de conhecimento, indo em busca de investigar a fim de construir explicações, como pode ser evidenciado nos seguintes depoimentos:

“[...] Assim, do outro grupo eu achei bem legal a apresentação, o cartaz em si ficou bem legal, bem original e a explicação também foi boa. Às vezes a gente fica meio confuso a entender os termos porque a gente não é acostumado muito a ver as fórmulas no dia a dia, mas foi bem interessante porque a gente conseguiu compreender na medida do possível sim”. (A7)

“Quando ocorre uma reação química, a matéria se transforma. Pode sair fumaça, a matéria inicial se degrada”. (Grupo 1) ✍

Avançando na análise, Vieira e Nascimento (2013) afirmam que a verificação pelo pesquisador quanto à progressão na argumentação dos alunos se dá observando o contexto inicial. Portanto, é preciso analisar de onde eles partiram, para ser comparado posteriormente ao parâmetro que se deseja alcançar, que no caso dessa pesquisa é examinar contribuições e desafios da experimentação investigativa no ensino de Química.

Antes de iniciar a intervenção pedagógica, vislumbrávamos algumas contribuições a fim de facilitar o ensino de Química, como por exemplo, tornar a aula mais interessante, despertar a curiosidade e motivar os alunos em busca do conhecimento, ao longo das aulas, essas expectativas se confirmaram. No desenvolver das SEI ocorreu uma crescente interação entre a turma, que se mostraram motivados para o processo investigativo.

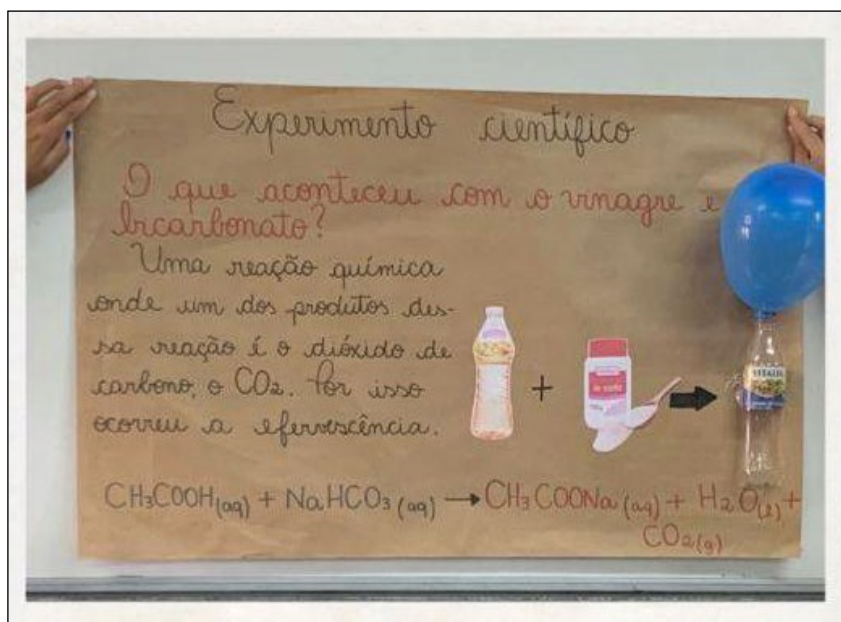
Essa motivação facilitou o andamento das aulas, pois prosseguiram sem intercorrências. Os alunos fizeram o uso do celular para pesquisas sem necessidade de chamar atenção para evitar distrações, envolveram-se na realização dos experimentos, entre outros indícios de atitudes como: autonomia, proatividade, responsabilidade, capacidade de trabalhar em grupo, que demonstraram no decorrer do processo investigativo.

Outro ponto observado foi a evolução quanto à organização para trabalhar em grupo, indício que corrobora que houve desenvolvimento de competências atitudinais. A respeito da capacidade de trabalhar em grupo, destacamos um registro do diário de campo da professora e pesquisadora, relativo à apresentação dos grupos na SEI-2:

“Fomos surpreendida pelas apresentações, estávamos curiosas por esse momento pois deixamos eles bem a vontade quanto ao modo que deveriam utilizar a fim de explicar sobre a experimentação para os demais.”

Outro exemplo de iniciativa dos grupos diz respeito à confecção de material para apresentar um dos experimentos da SEI-2 (Figura 04). O material foi planejado e organizado pelo grupo sem qualquer necessidade de ajuda ou intervenção.

Figura 04. Material explicativo.



Fonte: Das autoras (2023).

Em síntese, o desenvolvimento desta SEI evidenciou, no domínio conceitual, indícios de melhorias na aprendizagem e compreensão de conceitos químicos. Já no domínio epistêmico, foi possível perceber que os estudantes foram se habituando com estratégias que fomentam a construção de conhecimentos, algo que não é habitual ainda no ensino de ciências e de química em geral. No que tange ao domínio social da construção de conhecimento científico, a análise evidenciou como uma contribuição importante o desenvolvimento de competências socioemocionais, com destaque para a realização do trabalho em grupo e o desenvolvimento da autonomia.

5. Considerações finais

Perspectivas contemporâneas sobre o Ensino de Ciências compartilham da premissa de que a ciência avança com a indagação. Revisitando alguns pressupostos do ensino por investigação, a proposição de um problema com significado é o ponto de partida para construir novos conhecimentos. Assim, metodologias inovadoras de ensino precisam articular os domínios social epistêmico e conceitual do conhecimento científico, pois são estes processos que favorecem o desenvolvimento da aprendizagem.

Como este artigo demonstrou, a abordagem didática da SEI trouxe potencialidades e melhorias para o Ensino de Química no contexto investigado. É possível inferir, ainda,

que há realização de experimentos com uma abordagem investigativa foi essencial para promover melhorias na compreensão dos conceitos químicos.

Coadunando com Zômpero e Laburú (2011), “a perspectiva do ensino com base na investigação possibilita [...] a cooperação entre eles [alunos], além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico” (2011, p. 68). Em efeito, o material empírico analisado evidenciou que os alunos debateram suas ideias, tiveram iniciativa e conseguiram em grupo, formular suas próprias conclusões, de forma bastante autônoma.

Referências

ALVES, T. C. **‘Por que enferrujou?’**: uma proposta investigativa para o ensino de reações de oxidação e redução. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, São Mateus, ES, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/8397>. Acesso em: 06 nov. 2021.

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**, v. 25, p. 176-194, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de.. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 06 ago. 2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. 1ª Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2020, p. 1-20.

CAVASIN, Edna Neves da Silva. A experimentação investigativa como alternativa para o ensino de química no ensino médio. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas), 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/3918>. Acesso em 10 nov 2023.

CAVASIN, Edna Neves da Silva; GONZATTI, Sônia Elisa Marchi. Sequências de ensino investigativo para o Ensino de Química no Ensino Médio. **Produto Educacional**: PPG Ensino de ciências Exatas – Univates, 2023. Disponível em: https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2023/mestrado/edna_neves_da_silva_cavasin.pdf. Acesso em 11 fev. 2024.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-171, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i1.582>. Acesso em: 06 nov. 2021.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 687–719, 2020. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2020u687719. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/19262>. Acesso em: 1 out. 2023.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, p. 326-331, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027>. Acesso em: 06 nov. 2021.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 9, p. 89-111, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>. Acesso em 13 ago. 2022.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v.17, n. Especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000200009>. Acesso em: 02 ago. 2021.

VIEIRA, R.D; NASCIMENTO, S.S. **Argumentação no Ensino de Ciências: Tendências, Práticas e Metodologia de Análise**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2013. 113 p.; ISBN: 9788581922843.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Penso Editora, 2016. ISBN 9781606237014.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

TAREFAS INVESTIGATIVAS PARA O ENSINO DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS NOS ANOS INICIAIS

Cristiane Raquel Kern⁷⁰
Márcia Jussara Hepp Rehfeldt⁷¹

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi explorar elementos de alguns sólidos geométricos, por meio de Tarefas Investigativas, junto a professoras de Anos Iniciais. Metodologicamente, este trabalho foi norteado por um estudo de caso em uma abordagem qualitativa, fazendo-se uso de diário de campo, material descrito pelas pesquisadas, gravadores de voz e fotografias como instrumentos de coleta de dados. Participaram desta pesquisa 5 professoras dos Anos Iniciais, sendo realizados com as mesmas cinco encontros para desenvolver Tarefas Investigativas dentro da temática de Geometria. Os resultados encontrados apontam que o fato de utilizar diferentes materiais do dia a dia para ensinar geometria pode tornar o ensino mais prazeroso; além disso, explorar a planificação e construções de alguns sólidos geométricos é muito importante para auxiliar os alunos na construção do pensamento geométrico; da mesma forma, o desenvolvimento das Tarefas Investigativas à luz da BNCC proporcionou aos professores clareza acerca do ano escolar em que se pode utilizar determinada tarefa e a forma que se espera alcançar as habilidades descritas neste documento. Diante destes resultados, pode-se compreender que para aprender matemática o ser humano não deve se limitar a entender e compreender o que já está feito, mas sim ter a capacidade de investigar situações e problemas que possam surgir.

1. Introdução

Esta experiência didática está vinculada à Dissertação do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas, desenvolvida na Universidade do Vale do Taquari – Univates e intitulada Exploração de Tarefas Investigativas relacionadas à geometria nos Anos Iniciais. Ao realizar esta pesquisa, percebemos que a preocupação por buscar diferentes formas de abranger os diversos conceitos matemáticos em sala de aula, faz parte da realidade de muitos professores. E neste sentido, a construção e utilização de materiais manipulativos, por vezes, pode trazer para as aulas uma forma mais “gostosa” de aprender matemática. No entanto, estes materiais diferentes, utilizados no processo de ensino, necessitam ser verificados para avaliar o quanto podem contribuir na aprendizagem do aluno.

Na busca de base para esta pesquisa, percebemos que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) sugere a articulação entre os diferentes campos do saber. Isso pode ser percebido na associação entre as unidades temáticas, e o que se espera é que o aluno desenvolva habilidades para relacionar a matemática com situações cotidianas e que eles consigam vincular estas com situações do mundo real utilizando diversas formas de representações. Compreendemos que o propósito principal da BNCC é fazer com que o aluno pense partindo de informações recebidas, que analise e chegue a uma conclusão fazendo parte daquele momento.

⁷⁰ Mestra em Ensino de Ciências Exatas pela Universidade do Vale do Taquari – Univates.

⁷¹ Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Analisando a unidade temática de geometria nos Anos Iniciais (do 1º ano 5º ano) percebemos que esta visa, no geral, desenvolver habilidades para estabelecer relações espaciais, interpretar e representar a localização e deslocamento no plano cartesiano, produzindo ampliações e reduções de figuras e identificação de transformações isométricas. Ademais, observamos que a BNCC faz menção à investigação, bem como à dedução de propriedades a conjecturar, aspectos que também foram contemplados neste estudo.

No fazer matemática, enfatizar o caminho a ser percorrido e não dar ou fornecer respostas prontas ou métodos aos alunos chegarem numa devida resposta é um desafio grande para os professores. Concordamos com Ponte, Brocardo e Oliveira (2019) quando estes afirmam que o professor necessita ser um mediador entre o conhecimento e seus alunos, encorajando-os e provocando-os a buscar, encontrar e justificar suas descobertas. Analisando isso e percebendo o quanto a Investigação Matemática vem sendo importante na aprendizagem e letramento matemático, os autores deste estudo se interessaram na construção e exploração de Tarefas Investigativas, junto a um grupo de professores dos Anos Iniciais, envolvendo sólidos geométricos. O intuito da exploração das tarefas com este grupo foi fazê-las vivenciar o que possivelmente os seus alunos também vivenciarão, caso as Tarefas Investigativas forem implementadas.

O objetivo geral proposto no estudo foi explorar elementos de alguns sólidos geométricos, por meio de Tarefas Investigativas, junto a um grupo de professores com vistas a instigá-los a compreender o mundo geométrico que nos cerca. E para alcançar o objetivo proposto, realizamos quatro encontros específicos para explorar Tarefas Investigativas e um encontro para discutir o que são as Tarefas Investigativas, a partir do texto: Tarefas Investigativas nos Anos Iniciais: Estratégias e Conjecturas Desenvolvidas Pelas Crianças, de autoria: Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, Bruna Ruthner; Ieda Maria Giongo, Marli Teresinha Quartieri e Sônia Elisa Marchi Gonzatti. Por fim, promovemos uma breve discussão sobre os conceitos analisados no texto e acerca das observações que ocorreram durante as atividades realizadas.

2. Referenciais teóricos

O estudo descrito aqui está alicerçado, principalmente, nas pesquisas e pressuposições de Ponte, Brocardo e Oliveira (2019), além de autores como Schmitt (2015) e Monteiro *et al.* (2019), sendo realizada, ainda, uma análise da abordagem da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) frente à geometria.

A partir destes estudos e de nossas práticas, percebemos que somos motivados pela curiosidade, o que nos leva a explorar situações, fazendo experiências e investigando problemas que aguçam o desejo de conhecer o novo. Porém, na escola, muitas vezes, este desejo de investigar é transformado em realizar exercícios prontos e fechados, chegando a uma única resposta.

A BNCC, além da articulação entre as unidades temáticas que abrangem a Matemática, intenta desenvolver nos alunos habilidades para relacionar a matemática com situações cotidianas promovendo a correlação de situações do mundo real com as diversas formas de representações. A base foca no desenvolvimento do aluno, fazendo com que ele aprenda a raciocinar, criar hipóteses, buscar por soluções e justificar suas respostas. Essas mudanças exigirão do professor experienciar novos processos de ensino e de aprendizagem.

Ainda, a BNCC aponta habilidades para interpretar, deduzir propriedades e fazer conjecturas, conforme mostram algumas de suas competências específicas de matemática para o ensino fundamental. A competência específica 2 da área de Matemática (Brasil, 2018, p. 267) traz como objetivo: “Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo”. Por meio desta competência, pode-se perceber que dentro da área da matemática há a preocupação de se trabalhar e se desenvolver nos alunos o raciocínio lógico. Ainda, se observa traços da Investigação Matemática envolvida nesta competência.

Já na competência específica oito, pode-se ler:

Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles (Brasil, 2018, p. 267).

E nesse contexto, nota-se a importância do trabalho cooperativo na troca de ideias, informações e na busca por soluções. Cabe salientar que as Tarefas Investigativas também requerem a interação entre alunos, trabalhando de forma conjunta para que haja a troca de ideias, a construção de um raciocínio. Conforme Ponte, Brocardo e Oliveira (2019, s.p) “a situação de trabalho em grupo potencializa o surgimento de várias alternativas para a exploração da tarefa, o que numa fase inicial pode ser complicado em termos da autogestão do grupo”.

Para isso há a necessidade de se ter um ambiente rico, no qual o aluno tenha a possibilidade de explorar situações, questionar, chegar a conclusões. Um espaço propício para a investigação, no qual o professor não é o detentor de todo o saber, mas orienta, questiona e explora situações (Monteiro *et al.*, 2019), fazendo com que os alunos se sintam motivados a buscar relações e hipóteses. Um ambiente motivador é aquele em que também existe o trabalho em pequenos grupos para que possam realizar a troca de questionamentos, sem que as aulas se tornem assustadoras. Desta forma, os alunos se sentem mais confiantes e desafiados na busca por estratégias, soluções e argumentos. Quando se trabalha em pequenos grupos, há a troca de informações, argumentações, diálogo. Conforme Marques, Oliveira e Preussler (2013), percebe-se que entre os sujeitos no trabalho em grupo, um dos aspectos mais importantes é o diálogo estabelecido.

Com base nas argumentações anteriores, pode-se inferir que, ao trabalhar as habilidades e competências descritas pela BNCC faz-se com que o aluno pense partindo de informações recebidas, que analise e chegue a uma conclusão fazendo parte daquele momento. Analisando a unidade temática de geometria nos Anos Iniciais (do 1º ano 5º ano) percebemos que esta visa, no geral, ao desenvolvimento de habilidades para estabelecer relações espaciais, interpretar e representar a localização e deslocamento no plano cartesiano, produzindo ampliações e reduções de figuras, reconhecimento e as características das figuras planas e espaciais.

Em adição, o Ensino de Geometria possibilita ao educando desenvolver diversas habilidades, estimular a criatividade, dentre elas, a capacidade de resolver problemas. Estas habilidades podem ser intensificadas com o uso de Tarefas Investigativas em sala de aula. Conforme Lorenzato (1995, p. 6), “aqueles que procuram um facilitador de processos

mentais, encontrarão na Geometria o que precisam: prestigiando o processo de construção do conhecimento, a Geometria valoriza o descobrir, o conjecturar e o experimentar.”

No que tange à investigação, segundo Ponte, Brocardo e Oliveira (2019, s.p.), investigar é procurar conhecer o que não se sabe. Nesta tendência, o professor tem um papel importante no desenvolvimento de uma aula investigativa. Embora confronte com algumas dificuldades, é ele quem precisa dar a seus alunos “autonomia que é necessária para não comprometer a sua autoria da investigação e, por outro lado, garantir que o trabalho dos alunos vá fluindo e seja significativo” (Ponte, Brocardo E Oliveira, 2019, s.p.). A interação do professor com seus alunos é necessária no decorrer da investigação, pois dessa forma haverá a motivação e isso constituirá um verdadeiro desafio aos alunos.

Conforme esses autores, a Investigação Matemática, na prática, vai envolver quatro momentos principais:

- a) exploração e formulação de questões;
- b) formulação de conjecturas;
- c) testes e reformulação das conjecturas;
- d) argumentação, justificação e avaliação do trabalho realizado.

Inicialmente, o professor disponibilizará a tarefa ao aluno, podendo ser impressa ou oral, e então o aluno fará o reconhecimento da situação, a exploração e formulação de questões, seguido de criação de conjecturas, os testes delas, analisando-as, e por último, a demonstração, argumentação e avaliação do que realizou (Ponte, Brocardo e Oliveira, 2019, s.p.).

Na fase inicial de exploração de uma tarefa investigativa, o professor precisa dar meios para que os alunos se sintam encorajados e motivados a elaborarem questionamentos, “mostrando-lhes como é possível interrogar matematicamente as situações e formular boas questões” (Ponte, Brocardo E Oliveira, 2019, s.p.). Caso contrário, eles buscarão apenas por respostas. Além disso, o professor precisa estar preparado para o surgimento de conjecturas diversas e, para isso, muitas vezes será necessário estabelecer conexões com outros conceitos matemáticos (Ponte, Brocardo E Oliveira, 2019). Outro aspecto importante trazido pelos autores é o fato de o professor promover com os alunos a reflexão sobre o trabalho, descrevendo os avanços e recuos, as estratégias que tinham em mente. Por meio dessa reflexão, o professor se permitirá fazer uma avaliação do progresso de seus alunos.

Neste sentido, a Investigação Matemática é uma tendência de ensino que visa desenvolver a autonomia do aluno para resolver tarefas, bem como elaborar hipóteses, conjecturas, argumentação, escrita e o trabalho em grupo (Schmitt, 2015). Buscar estratégias de ensino tornando a aprendizagem mais agradável e significativa é uma forma de motivar os alunos a pesquisarem informações sobre o assunto estudado. Novas formas e métodos podem e devem ocorrer de forma gradativa, pois nossos alunos ainda estão pouco acostumados a serem autônomos na construção de seu conhecimento. A participação do aluno no processo de construção de conceitos o torna responsável por sua aprendizagem. É como se ele se tornasse um verdadeiro matemático. Conforme Silva e Quartieri (2019), atividades com abordagem investigativa proporcionam aos estudantes uma melhor compreensão dos conteúdos estudados, facilitando a assimilação de conceitos. Neste cenário, descrevemos, a seguir, a metodologia usada no estudo.

3. Metodologia

Este trabalho foi norteado por um estudo de caso⁷² em uma abordagem qualitativa, a partir de uma pesquisa participativa. Esta investigação foi realizada com professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Madalena, localizada no município de Panambi/RS. Participaram da referida pesquisa cinco professoras, sendo uma de cada turma: 1º ano, 2º ano, 3º ano, 4º ano e 5º ano, além da Coordenadora Pedagógica e da Diretora da escola.

A pesquisa aconteceu durante ano letivo de 2022, realizando os encontros durante as formações pedagógicas da escola, sendo o primeiro encontro no dia 27/05, o segundo no dia 14/06, o terceiro no dia 11/08, o quarto encontro no dia 24/10 e o quinto encontro no dia 10/11. Para cada encontro foi disponibilizado o tempo de duas horas, totalizando dez horas de formação. Os primeiros quatro encontros foram utilizados para a realização de Tarefas Investigativas e o último encontro para estudo de um artigo sobre o assunto, questionando as professoras: O que são Tarefas Investigativas? Como o tempo utilizado foi de formações pedagógicas, em alguns encontros participaram também professores de área e da Educação Infantil, porém estas não foram contabilizadas na pesquisa, tendo em vista que o foco era as professoras dos Anos Iniciais.

Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados como material principal o Diário de Campo, utilizado apenas pela pesquisadora, que de acordo com Triviños (1987), intitula-se “Anotações de Campo”. Segundo Triviños (1987, p. 154), pode-se entender como anotações de campo “[...] todas as observações e reflexões que realizamos sobre expressões verbais e ações dos sujeitos, descrevendo-as primeiro e fazendo comentários críticos, em seguida, sobre as mesmas”.

Além disso, foi utilizado material escrito produzido pelas professoras durante a exploração das Tarefas Investigativas. Ainda foram usados gravadores de voz e celular para fotografias durante o desenvolvimento das tarefas propostas.

Triviños (1987, p. 148) recomenda o uso de gravação, mesmo que cansativa sua transcrição, pois, “a gravação permite contar com todo o material fornecido pelo informante, o que não ocorre seguindo outro meio” (Triviños, 1987, p. 148).

E, para a transcrição dos áudios, cada professora foi nomeada, sendo: P1, P2, P3, P4 e P5. Estes códigos também serão utilizados na discussão dos resultados.

4. Discussão dos encontros e resultados obtidos

No primeiro encontro foi explanado o formato da pesquisa que seria desenvolvida neste dia e em mais 3 encontros. Assim sendo, nos encontros 1 ao 4 trabalhamos com as professoras Tarefas Investigativas, sempre distribuindo a cada professora uma folha com a tarefa descrita e uma caixinha ou envelope com o material a ser utilizado na tarefa à dupla ou trio. Em duplas foram coordenadas a realizar a leitura da atividade, interpretá-la e realizar o procedimento, formulando conjecturas, analisando e, por fim, descrevendo suas conclusões e justificativas. Após todos realizarem a tarefa, cada dupla expôs ao grupo seus argumentos quanto a tarefa realizada, conforme preconizam os pressupostos de Ponte, Brocardo e Oliveira (2019). Estas atividades foram retiradas do livro Tarefas Investigativas

⁷² Aproximações de estudo de caso.

para os Anos Iniciais (2021) de autoria: Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, Marli Teresinha Quartieri e Sônia Elisa Marchi Gonzatti.

A tarefa do encontro 1 estava relacionada à exploração da geometria espacial partindo de objetos que nos rodeiam. A seguir está a descrição da tarefa:

Tarefa 1: Explorando a geometria a partir de objetos que nos rodeiam
Descrição da tarefa: Você recebeu uma caixa com diversos objetos que conhecemos. Separe estes objetos em diferentes categorias ou conjuntos utilizando um critério para esta separação. Justifique qual foi o critério usado para criar estas categorias.

Assim, para iniciar a exploração da tarefa investigativa 01, as professoras receberam uma caixa de papelão fechada contendo em seu interior: caixinha de perfume, bolinha de plástico, bolinha de árvore de natal, chapéu de festa (formato de cone), copos, prendedor de roupa, cubo mágico, calendário de mesa, pote de sorvete, giz de quadro negro, canetão de quadro branco, uma pirâmide de papel, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 - Caixa de objetos da Tarefa 1



Fonte: Das autoras, 2022

Após algumas discussões, fizeram uma primeira separação dos objetos e classificando em três conjuntos: “retângulo” (pote de sorvete, caixinha de perfume e grampo de roupa, calendário), “cilindro” (frasco de medicamento e copo) e “cone” (chapéu de festa). Estas nomenclaturas utilizadas nas separações das categorias foram empregadas e escolhidas pelas próprias professoras.

No momento de realizar a justificativa das escolhas na folha da tarefa, foi percebido que não havia a vontade de todas realizarem a descrição em sua folha, a intenção era de que apenas uma delas descreveria e as demais colaborariam com a descrição. Notamos isso, pois questionaram se todas precisariam escrever, se não poderia ser apenas uma do grupo. Porém, após falar novamente da importância de cada uma realizar a sua justificativa e interpretação, todas as professoras a fizeram. Para Ponte, Brocardo e Oliveira (2019, s.p), “é

somente quando se dispõe a registrar as suas conjecturas que os alunos se confrontam com a necessidade de explicitarem as suas ideias e estabelecem consensos e um entendimento comum quanto às suas realizações”. E foi isso que ocorreu com as professoras, elas tiveram que explicar suas conjecturas.

Na hora de justificar, percebeu-se que ficavam com medo de escrever algo “errado”, porém reforçamos a segurança de escrever como elas achavam que deveria ser, não tendo um certo ou errado. Demonstraram aqui a questão e a preocupação de estarem corretas ou de terem a resposta correta, pois, também, assim como os alunos, há o medo de elas estarem erradas e, assim, comprometer a construção de conhecimentos.

A justificação ou prova das conjecturas é uma vertente do trabalho investigativo [...], é fundamental, para que o processo investigativo não saia empobrecido, que o professor procure levar os alunos a compreender o caráter provisório das conjecturas. Procurando, dessa forma, questionar os alunos quanto à justificação das conjecturas, favorecendo a reflexão e o poder de argumentação (Ponte Brocardo e Oliveira, 2019, s.p.).

Já a tarefa do encontro 2 necessitava da análise dos sólidos geométricos imaginando como ficaria sua planificação. Cada professora recebeu duas folhas tamanho A4, em branco, para a realização do desenho da planificação e uma folha contendo a Tarefa 2 a ser desenvolvida, conforme o excerto a seguir:

Tarefa 2: Planificação de sólidos geométricos

Descrição da tarefa: O seu grupo recebeu uma caixa com diversos sólidos geométricos. Vocês seriam capazes de desenhar cada um destes sólidos em uma folha e papel? Um mesmo sólido pode ter mais de uma representação? Explique sua forma de pensar. Ao final da tarefa realizada você, poderá abrir (planificar) o sólido recebido e verificar se ficou igual ao desenho que você fez ou se ficou diferente. Explicar quais foram as diferenças encontradas.

Distribuímos a cada grupo uma caixa contendo: um cubo, um paralelepípedo, um cone, um cilindro e um tetraedro, conforme Figura 2.

Figura 2 - Sólidos Geométricos



Fonte: As autoras (2022)

Dos sólidos disponibilizados, o que mais chamou atenção na hora de planificar e que tiveram mais dúvidas foi o cone, como ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Planificando o cone



Fonte: As autoras (2022)

Ao observar este sólido, e na tentativa de sua planificação, elas perceberam que sua base deveria ser um círculo, porém, a partir do seu tronco, elas não tinham ideia de como seria essa planificação. A maioria delas desenhou uma figura em forma de triângulo e a base arredondada para o círculo.

No Grupo 1, em que se encontravam P4, P5 e P1, tentavam desvendar o mistério do cone. P4 chamou de bolinha a base circular do cone. Transcrevemos parte do diálogo que ocorreu:

P5, planificando o cone, perguntou para as demais: “Mas onde que eu coloco essa bolinha?”

P4: “Eu coloquei pra baixo, que depois dá pra juntar”.

P1: “Que bola?”

P5: “O fundo aqui ó. A base.... Eu acho que é aqui no meio, ó, porque se é aqui no meio, eu enrolo, fecho e colo aqui”.

P4: “Mas daí tanto faz”.

P5: “Vou colocar no meio”.

P4: “Eu vou deixar assim, pra ser diferente”.

P1: “Mas pra começar, não é um triângulo” [se referindo a parte superior do cone, pois P4 e P5 haviam desenhado de forma triangular].

P4 e P5: “Como não?”

P1: “Porque quando eu fiz isso aqui uma vez...” [parou com sua fala, pois não sabia como explicar para as colegas].

P1, não convencida, enquanto as colegas já tentavam planificar o tetraedro, começou a construir um meio círculo e o colocou sobre o círculo que seria da base dizendo que esse meio círculo era o que formava o corpo do cone. Porém, o meio círculo que desenhou ela não conectou à parte circular com o círculo da base, mas, sim, à parte reta com o círculo,

em seguida P1 recortou meio círculo para provar para as demais colegas que era esse meio círculo que seria no topo do cone (Figura 4).

Figura 4 - Teste de conjecturas



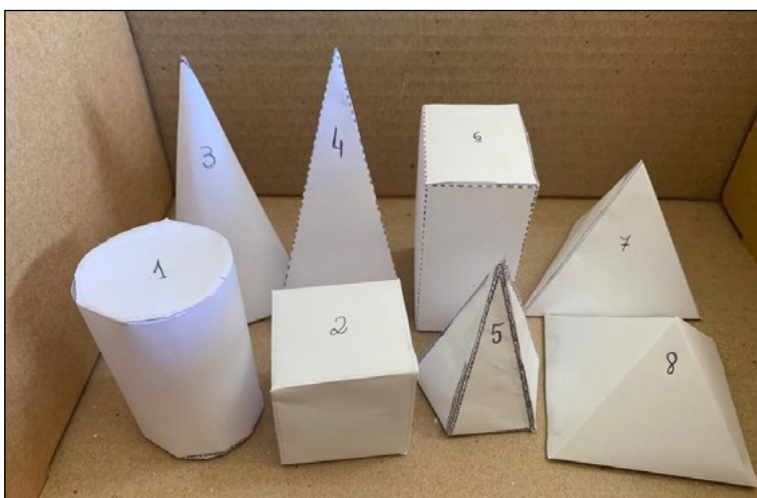
Fonte: As autoras (2022)

Ao demonstrar para as colegas, P5 e P4 se convenceram que seria um meio círculo para formar o cone. E, ao discutirem sobre a base, perceberam que o círculo da base ficaria disposto na parte arredondada do meio círculo e não na parte reta, como era a ideia inicial.

Assim como Ponte, Brocardo e Oliveira (2019, s.p), “a procura de justificações matemáticas para suas conjecturas é uma das formas que ajuda a dar sentido à investigação realizada e que, na medida do possível, não deve ser negligenciada pelo professor”. Portanto, é muito importante o professor deixar seus alunos testarem suas conjecturas de alguma forma, refinando-as, assim haverá a troca de informações, chegando conjuntamente a uma justificativa de sua forma de pensar.

Na tarefa do encontro 3, as professoras precisaram relacionar os sólidos geométricos com as planificações disponibilizadas. Para isso, cada dupla recebeu uma caixa com os sólidos geométricos, conforme mostra a Figura 5, os quais foram numerados para facilitar a descrição no momento da atividade e auxiliar na transcrição da gravação.

Figura 5 - Caixa com sólidos geométricos



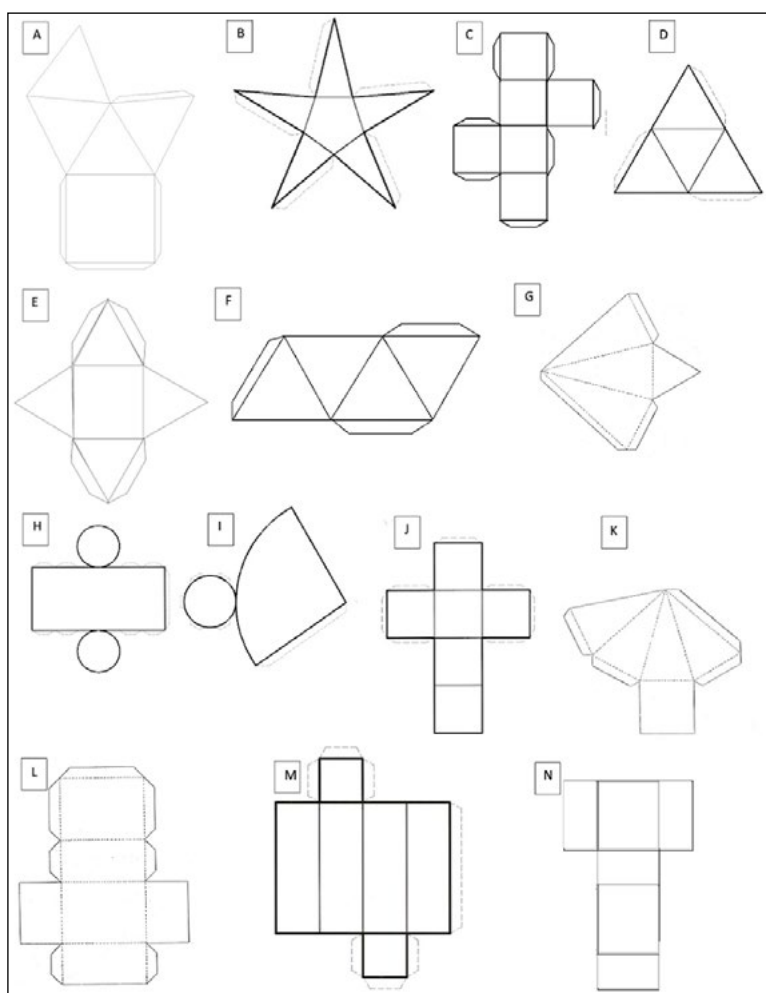
Fonte: As autoras (2022)

Foram numerados da seguinte forma:

- 1 – Cilindro
- 2 – Cubo
- 3 – Cone
- 4 – Pirâmide de base triangular
- 5 – Pirâmide de base pentagonal
- 6 – Paralelepípedo reto
- 7 – Tetraedro
- 8 – Pirâmide de base quadrada

Também receberam folhas contendo impressas diversas planificações, as quais foram identificadas por uma letra, na ordem alfabética, de A até N, conforme Figura 6:

Figura 6 - Planificações



Fonte: As autoras (2022)

E para completar, receberam a seguinte tarefa:

Tarefa 3: Planificação x sólidos geométricos

Descrição da tarefa: O seu grupo recebeu uma caixa com diversos sólidos geométricos e diversas planificações. Vocês seriam capazes de descobrir qual planificação pertence a qual sólido geométrico? Um mesmo sólido pode ter mais de uma planificação? Explique sua forma de pensar e justifique por que juntaram cada par. Ao final da tarefa realizada vocês poderão abrir (planificar) o sólido recebido e verificar se ficou igual a planificação que relacionaram ou se ficou diferente. Explicar quais foram as diferenças encontradas.

A partir daí realizamos a leitura com as professoras para melhor compreensão e uma breve explicação, mostrando que cada planificação estava identificada pela letra e os sólidos geométricos enumerados. “O cuidado nesses momentos iniciais tem especial relevância quando os alunos têm pouca ou nenhuma experiência com as investigações” (Ponte, Brocardo E Oliveira, 2019, s.p). Dessa forma, conforme Ponte, Brocardo e Oliveira (2019, s.p) abordam, o professor precisa garantir que todos entendam o sentido da tarefa e aquilo que se espera durante a atividade, porém não se pode esquecer que o entendimento da tarefa é também um dos objetivos dessas aulas. O professor, neste momento inicial, deve cuidar a forma de sua abordagem para não condicionar a exploração em apenas um sentido, limitando os alunos a estabelecerem suas próprias conjecturas.

Ao iniciar a tarefa, observamos que a dupla do Grupo 1 iniciou pelo tetraedro, o qual chamaram de triângulo e colocaram-no sobre a figura D. Sobre esta mesma figura colocaram o sólido 7 e, posteriormente, perceberam que poderia pertencer à figura F também. Para a pirâmide com base quadrada (8) seria posicionada sobre E. Sobre o paralelepípedo, pensaram inicialmente que poderia ser a planificação M e L. Durante a análise, não citavam o nome dos sólidos nem mesmo a letra ou numeração identificada. No áudio pôde-se perceber que uma delas pegava algum dos objetos e dizia: “Esse vai aqui”, e a outra concordava ou até opinava sobre, desta forma não conseguindo identificar no áudio todas as ideias iniciais. Percebeu-se melhor as ideias ao iniciar as anotações sobre suas hipóteses.

Em suas conjecturas podemos perceber que a dupla analisou e comparou as faces, arestas e vértices de cada sólido para poder encontrar sua planificação, porém não especificaram sólido por sólido. Perceberam que, um mesmo sólido pode ter mais de uma planificação. E ao realizarem a abertura dos sólidos para verificar se ficou igual à planificação, constataram que para o sólido 4 havia apenas uma planificação, neste momento perceberam que a base era diferente, portanto, não poderia ser a planificação K.

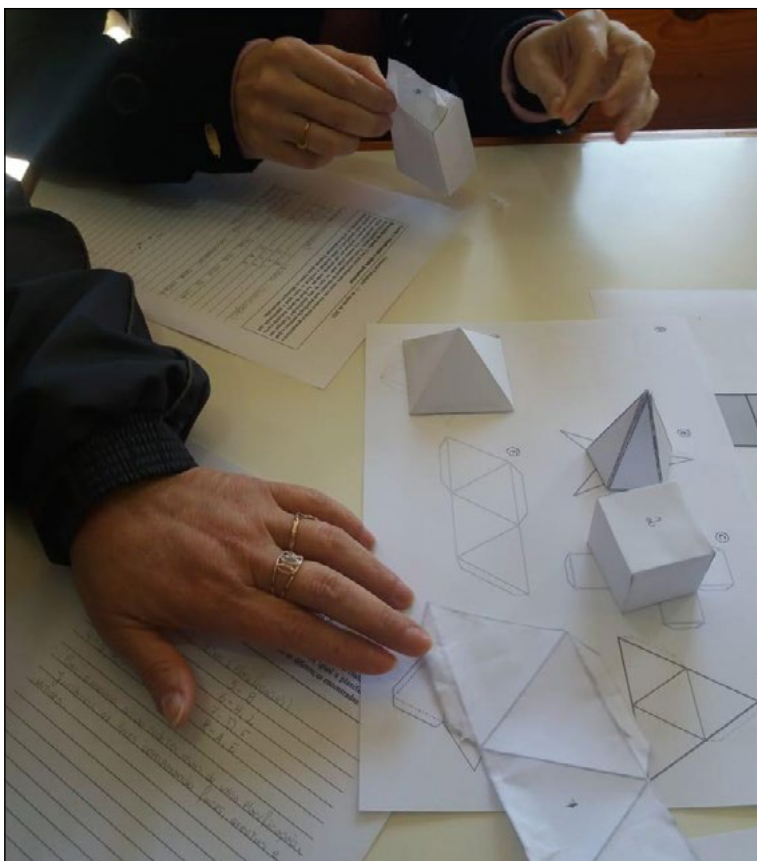
Ao abrirem o sólido 7, P5 questionou:

- “E esse, dá aqui, P2? O formato está um pouco diferente, mas deve dar certo, né?”

P2 afirmou com a cabeça, achando que poderia.

Neste, elas se referiram à planificação D, pois seu formato estava diferente. Na Figura 7, pode-se ver a comparação citada.

Figura 7 - Teste da conjectura do sólido 7 e com a planificação D



Fonte: As autoras (2022)

Conforme Marques, Oliveira e Preussler (2013, p. 3) “quando o aluno aprende por meio da investigação com acertos e erros, dificuldades, experimentos, ele inicia o desenvolvimento de um processo autônomo de aprendizagem”. No caso acima, em que pese a planificação estar diferente da forma como foi aberto o sólido, as professoras entenderam e perceberam que o mesmo sólido poderia ter diferentes planificações ao observarem que as faces eram as mesmas e na mesma quantidade.

E, para finalizar esta parte mais investigativa, no encontro 4, as professoras precisaram reconhecer e nomear figuras planas e verificar semelhanças e diferenças.

A tarefa recebida por elas foi a seguinte:

Tarefa 4: Reconhecimento de figuras geométricas planas

Descrição da tarefa: O seu grupo recebeu uma caixa contendo diversas peças com formas de figuras geométricas recortadas. Você consegue nomear cada forma das diferentes peças recebidas? Você consegue dizer/escrever o que as peças têm em comum? E o que elas têm de diferente?

Junto da tarefa cada grupo recebeu dois envelopes, como mostra a Figura 8:

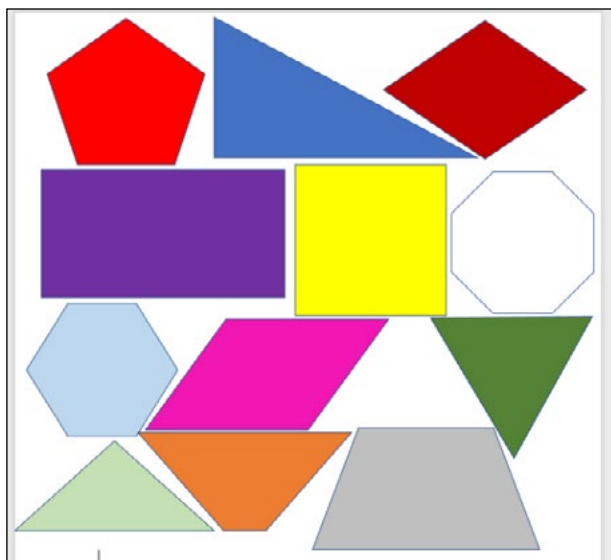
Figura 8 - Envelopes 1 e 2 com as figuras geométricas coloridas recortadas



Fonte: As autoras (2022)

O envelope 1 contendo diversas figuras geométricas coloridas e recortadas, conforme Figura 9 e o envelope 2 contendo vários triângulos coloridos e com formatos diferentes, conforme Figura 10.

Figura 9 - Envelope 1 contendo figuras geométricas planas⁷³.



Fonte: As autoras (2022)

⁷³ Na realidade são materiais que lembram figuras geométricas planas.

Figura 10 - Envelope 2 contendo triângulos para classificação quanto aos lados



Fonte: As autoras (2022)

Os grupos iniciaram, primeiramente, com o envelope 1, verificando as diversas peças que nele havia e nomeando uma a uma. Para facilitar o acompanhamento no áudio, solicitamos para que fossem falando a cor e o nome daquela figura, da mesma forma na hora de transcrever no papel (justificar).

Durante a explanação da tarefa com o envelope 1, o grupo 1 foi nomeando com facilidade as figuras: retângulo, quadrado, trapézio, triângulo; porém, quando chegaram nas figuras pentágono, hexágono e octógono ficaram com dúvidas. Em todos os encontros, as tarefas desenvolvidas foram relacionadas com as habilidades descritas pela BNCC.

E no quinto encontro levantamos o seguinte questionamento: O que são Tarefas Investigativas? E posteriormente realizamos com as professoras a leitura do texto: Tarefas Investigativas nos Anos Iniciais: Estratégias e Conjecturas Desenvolvidas Pelas Crianças (2021), de autoria: Márcia Jussara Hepp Rehfeldt, Bruna Ruthner; Ieda Maria Giongo, Marli Teresinha Quartieri e Sônia Elisa Marchi Gonzatti, o qual se encontra no link <https://jieem.pgsskroton.com.br/article/view/9108>. Após lido, realizamos discussões conjuntas.

Considerações finais

O presente trabalho procurou ilustrar a exploração de alguns elementos relacionados a alguns sólidos geométricos, por meio de Tarefas Investigativas, junto a um grupo de professoras de Anos Iniciais com vistas a instigá-las a compreender o mundo geométrico que nos cerca. Neste contexto, o trabalho com Tarefas Investigativas proporcionou momentos de problematização, reflexão, argumentação e registro. Distintamente, percebemos que, nos modelos mais tradicionais “os conhecimentos acumulados são sistematicamente ensinados na forma de definições e regras a serem seguidas” (Maldaner, 2011, p. 47), diferente deste em que os alunos são convidados a interagir com o conhecimento. Conforme Skovsmose (2000, apud Ponte, 2014, p. 18), um cenário para investigação é um contexto de trabalho que convida os alunos a formularem questões e a procurarem explicações.

Conforme Ponte, Brocardo e Oliveira (2019, s.p), o sucesso de uma investigação depende também, tal como de qualquer outra proposta do professor, do ambiente de aprendizagem que se cria na sala de aula. É fundamental que o aluno se sinta à vontade e lhe seja dado tempo para colocar questões, pensar, explorar as suas ideias e exprimi-las, tanto ao professor como seus colegas. O aluno deve sentir que suas ideias são valorizadas

e que se espera que as discuta com os colegas, não sendo necessária a validação constante por parte do professor. Durante esta prática conseguimos propor momentos e ambientes que instigassem a curiosidade e a participação das professoras.

Também, durante o desenvolvimento das tarefas percebemos claramente os quatro momentos principais citados por Ponte, Brocardo e Oliveira (2019):

- 1) exploração e formulação de questões;
- 2) formulação de conjecturas;
- 3) testes e reformulação das conjecturas;
- 4) argumentação, justificação e avaliação do trabalho realizado.

De todos os passos, provavelmente o mais difícil foi o da justificação e o registro das conjecturas e estratégias utilizadas. Porém, “é somente quando se dispõe a registrar as suas conjecturas que os alunos se confrontam com a necessidade de explicitarem as suas ideias e estabelecem consensos e um entendimento comum quanto às suas realizações” (Ponte, Brocardo E Oliveira, 2019, s.p).

Retomando o objetivo principal, podemos concluir que, por meio da pesquisa realizada, conseguimos instigar as professoras a aprofundar os conhecimentos na área da geometria. Pelo fato de estarmos diariamente na escola e poder acompanhar de perto o trabalho destas professoras em sala de aula, podemos ver o quanto chamou a atenção a exploração das tarefas, pois algumas delas conseguiram incluir em seus planejamentos, trabalhando geometria de forma investigativa em sala de aula, após a participação na prática pedagógica.

Diante destas considerações, este trabalho permitiu evidenciar o quanto as tarefas investigativas podem abrir caminhos para aprendizagens, principalmente dentro do campo da geometria. A intenção não é colocar a Investigação Matemática como único método capaz de alcançar diversas habilidades e competências expostas pela BNCC, mas, sim, por meio desta tendência de ensino, possibilitar uma abordagem não linear nos processos de ensino, construindo no participante o interesse pela aprendizagem.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf Acesso em: 02 de junho de 2021.

LORENZATO, Sergio Aparecido. **Por que não ensinar Geometria?** In: A Educação Matemática em Revista. Blumenau: SBEM, ano III, n. 4, 1995, p. 3-13.

MALDANER, Anastácia. **Educação Matemática: fundamentos teórico-práticos para professores dos anos iniciais**. Porto Alegre: Mediação, 2011.

MARQUES, Juliane. OLIVEIRA, Gilvan Soares de; PREUSSLER, Roberto. **Investigação Matemática: Uma Metodologia para Ensinar o Teorema de Pitágoras**. 2013. Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática - ISSN 2178-034X. Disponível em: <http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/1602_377_ID.pdf>. Acesso em: 06 de abril de 2021.

MONTEIRO, Sabrina; GIONGO, Ieda Maria; QUARTIERI, Marli Teresinha; REHFELDT, Márcia Jussara Hepp. **Formação de Professores por Meio de Atividades de Investigação Matemática**. XIII ENEM - Encontro Nacional de Educação matemática, 2019. Disponível em: <<https://sbemmatogrosso.com.br/xiiienem/anais.php>>. Acesso em: 06 de abril de 2021.

PONTE, João Pedro da. **Práticas Profissionais dos Professores de Matemática**. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa., 2014.

PONTE, João Pedro da; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigações Matemáticas na sala de aula**. 4.ed. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

REHFELDT, Márcia; MONTEIRO, Sabrina; QUARTIERI, Marli; GIONGO, Ieda; GORGEN, Marisa. O cálculo de diagonais no Ensino Fundamental por meio da Investigação Matemática. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 10, n.1, jan. -jun. 2019: e31551. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2019.1.31551> . Acesso em: nov. de 2021.

REHFELDT, Márcia Jussara Hepp; QUARTIERI, Marli Teresinha; GONZATTI, Sônia Elisa Marchi. **Tarefas investigativas para os anos iniciais**. Porto Alegre: Casaletas, 2021.

REHFELDT, Márcia J. H; RUTHNER, Bruna; QUARTIERI, Marli T; GONZATTI, Sônia E. M. **Tarefas Investigativas nos Anos Iniciais: Estratégias e Conjecturas Desenvolvidas Pelas Crianças**. Disponível em: <https://jieem.pgsskroton.com.br/article/view/9108> . Acesso em: dez. de 2021.

SCHMITT, Fernanda Eloisa. **Abordando Geometria por meio da investigação matemática: um comparativo entre o 5º e 9º anos do ensino fundamental**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, RS, 17 de nov de 2015. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/handle/10737/831>. Acesso em: outubro de 2021.

SILVA, Marileide Alves da; QUARTIERE, Marli Teresinha. **Ensinar e aprender geometria plana por meio da investigação matemática: possibilidades e reflexões**. VI CONEDU: VI Congresso Nacional de Educação. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/60234>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.



UNIVATES

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09