

A experimentação investigativa como possibilidade para o ensino de matemática

Lucas Ferreira Rodrigues¹ & Maico Tailon Silva da Silva¹

¹ Universidade Federal do Pará (PPDOC/ICEN/UFPA), Belém – PA, Brasil.

Correspondência: Lucas Ferreira Rodrigues, Universidade Federal do Pará (PPDOC/ICEN/UFPA), Belém – PA, Brasil. E-mail: elucasfrodrigues@gmail.com

Recebido: Dezembro 30, 2021

Aceito: Junho 25, 2022

Publicado: Agosto 01, 2022

Resumo

Inúmeras estratégias de ensino têm sido elaboradas e experimentadas na tentativa de apresentar ao alunado uma imersão ao conhecimento científico dentro de suas possibilidades, no sentido de oportunizá-los a realizar investigações sobre aspectos práticos no contexto educacional, encorajando-os a serem agentes participativos na construção de seus próprios conhecimentos. Nestes termos, o estudo aqui apresentado tem como objetivo apontar as relações de construção de conhecimento desenvolvidas pelas práticas cotidianas de ensino-aprendizagem em espaços não formais, tendo como foco principal, uma experiência baseada na vivência de alunos do 9º ano do ensino fundamental em uma escola da rede municipal localizada no município de Cachoeira do Arari, no arquipélago da Ilha do Marajó, no Estado do Pará. A presente proposta se apoia em uma abordagem qualitativa, com o recurso metodológico histórico-epistemológico para a abordagem do conhecimento científico e matemático, além das análises vivenciais relacionadas a uma situação didática constituída pelo elo entre aluno, conhecimento e professor. Como proposta de ensino, elaboramos uma ação pedagógica para a aprendizagem de Semelhança de Triângulos, sendo orientada de forma remota em função da portaria nº 343, de 17 de março de 2020, que determinou o isolamento social causado pela Pandemia do Novo Corona vírus, (SARS-CoV-2), com uso das tecnologias disponíveis aos alunos. Como resultados, percebemos que a abordagem utilizada nos conduziu a significativos alcances, o que conforme relatos dos próprios alunos, a forma como se deu a pesquisa-ação na prática, decorreu de forma atrativa e instigante, possibilitando maior engajamento e compreensão na construção de boas aprendizagens.

Palavras-chave: Estratégias de ensino, Conhecimento científico, Semelhança de triângulos

Abstract

Numerous teaching strategies have been developed and tried in an attempt to present students with an immersion in scientific knowledge within their possibilities, in order to provide them with the opportunity to carry out investigations on practical aspects in the educational context, encouraging them to be participatory agents in the construction of their own knowledge. In these terms, the study presented here aims to point out the relations of knowledge construction developed by the daily practices of teaching-learning in non-formal spaces, having as main focus, an experience based on the experience of students of the 9th year of elementary school in a municipal school located in the municipality of Cachoeira do Arari, in the archipelago of Ilha do Marajó, in the State of Pará. The present proposal is based on a qualitative approach, with the historical-epistemological methodological resource to approach scientific and mathematical knowledge, in addition to experiential analyzes related to a didactic situation constituted by the link between student, knowledge and teacher. As a teaching proposal, we developed a pedagogical action for the learning of Similarity of Triangles, being guided remotely according to Ordinance No. SARS-CoV-2), using technologies available to students. As a result, we realized that the approach used led us to significant achievements, which according to the students' own reports, the way in which the action research took place in practice, took place in an attractive and instigating way, allowing greater engagement and understanding in the construction of good practices. learnings.

Keywords: Teaching strategies, Scientific knowledge, Similarity of triangles

Resumen

Se han desarrollado y ensayado numerosas estrategias didácticas en un intento de presentar a los alumnos una inmersión en el conocimiento científico dentro de sus posibilidades, con el fin de brindarles la oportunidad de realizar investigaciones sobre aspectos prácticos en el contexto educativo, incentivándolos a ser agentes participativos en la construcción de su propio conocimiento. En estos términos, el estudio que aquí se presenta tiene como objetivo señalar las relaciones de construcción del conocimiento desarrolladas por las prácticas cotidianas de enseñanza-aprendizaje en espacios no formales, teniendo como foco principal, una experiencia basada en la vivencia de estudiantes del 9º año de escuela primaria en una escuela municipal ubicada en el municipio de Cachoeira do Arari, en el archipiélago de Ilha do Marajó, en el Estado de Pará. La presente propuesta se basa en un enfoque cualitativo, con el recurso metodológico histórico-epistemológico para abordar el conocimiento científico y matemático, además de análisis vivenciales relacionados con una situación didáctica constituida por el vínculo entre alumno, conocimiento y docente. Como propuesta didáctica, desarrollamos una acción pedagógica para el aprendizaje de Semejanza de Triángulos, siendo guiados a distancia según la Ordenanza N° SARS-CoV-2), utilizando tecnologías a disposición de los estudiantes. Como resultado, nos dimos cuenta de que el enfoque utilizado nos llevó a logros significativos, que según los propios relatos de los estudiantes, la forma en que la investigación acción se llevó a cabo en la práctica, se desarrolló de manera atractiva e instigadora, lo que permitió un mayor compromiso y comprensión en la construcción de buenas prácticas aprendizajes.

Palabras clave: Estrategias de enseñanza, El conocimiento científico, semejanza de triângulos.

1. Introdução

Propostas são desenvolvidas no âmbito educacional no sentido de tornar o aluno cada vez mais ativo e participativo em seu processo de aprendizagem, diversas são as pesquisas educacionais nessa direção. Dessa forma, entendemos que para potencializar aprendizagens o aluno deve vivenciar experiências que façam sentido para ele, sob condições de experimentação e investigação.

Assim, as aprendizagens decorrem de práticas cotidianas atreladas ao conhecimento formal em espaços não formais, de tal modo que o estudante possa relacionar os saberes vivenciais aos conhecimentos teóricos, é dessa forma que o educando perfaz a construção do conhecimento, de modo dialéticos, vivenciando e experimentando.

Partindo destes princípios, esta proposta retrata a vivência de alunos do 9º ano da etapa do ensino fundamental de uma escola municipal da Ilha do Marajó, no estado do Pará, mais especificamente denominada Cachoeira do Arari. Sob a perspectiva qualitativa, esta pesquisa trata de uma proposta didática para o ensino de Matemática, associada ao conteúdo Semelhança de Triângulos. Baseado em uma metodologia histórico-epistemológico na abordagem dos conhecimentos matemático e relacionais ao contexto de vivência dos aprendizes, foi possível perceber através do feedback dos estudantes, a constituição de boas aprendizagens.

Vale destacar que as orientações relativas a pesquisa, se deu de modo remoto, em virtude das condições de isolamento causada pelo corona vírus.

1.1 Objeto de estudo: semelhança de triângulos sob o contexto do conhecimento científico e matemático

A presente proposta trata de uma sequência didática planejada para o ensino de Matemática, com o objeto de conhecimento matemático semelhança de triângulos, desenvolvida em uma turma de 9º ano.

Esboçada inicialmente para ser desenvolvida de maneira presencial, as atividades aqui apresentadas passaram por diversas modificações, sendo orientadas por quatro professores da área de matemática, com experiências diversas na execução de projetos educacionais, tendo como principais ferramentas, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's), fonte base de utilização no ensino remoto emergencial durante o período de pandemia do Corona Vírus (COVID-19).

O lócus de pesquisa, decorreu na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Professor Delgado Leão”, situada no município de Cachoeira do Arari, no arquipélago da Ilha do Marajó, localizada no Estado do Pará. Vale o destaque, pois o lugar da pesquisa foi importante ao processo de experimentação desenvolvido com os conhecimentos matemáticos estudados (Figura 01).



Figura 01. Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professor Delgado Leão.

Fonte: Autores (2020).

1.2 Metodologia de aprendizagem por investigação e aprendizagem significativa

Situar o papel do conhecimento científico, ou mais especificamente do conhecimento escolar no contexto de vivência do aluno, é trazer significado ao currículo e ensino escolar, mais ainda, é evidenciar um conhecimento que pode ser construído na prática, em atividades de “mão na massa”, cujas definições, conceitos, fórmulas, representações, figuras, tabelas e etc. estudados em sala de aula são observados sob uma nova perspectiva, onde sua significância é reconhecida na solução de um problema ou mesmo identificação em outros contextos, diferentes dos analisados e propostos em sala de aula.

Em se tratando especificamente do conhecimento matemático direcionado à educação básica, no caso da etapa do ensino fundamental, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aponta a preocupação a respeito da importância e garantia do desenvolvimento perceptivo do aluno, da relação entre o mundo físico e os conhecimentos matemáticos (CM), para o desenvolvimento de habilidades resolutivas de problemas através de CM. Conforme a (BNCC):

No Ensino Fundamental, essa área, por meio da articulação de seus diversos campos – Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade –, precisa garantir que os alunos relacionem observações empíricas do mundo real a representações (tabelas, figuras e esquemas) e associem essas representações a uma atividade matemática (conceitos e propriedades), fazendo induções e conjecturas. Assim, espera-se que eles desenvolvam a capacidade de identificar oportunidades de utilização da matemática para resolver problemas, aplicando conceitos, procedimentos e resultados para obter soluções e interpretá-las segundo os contextos das situações. A dedução de algumas propriedades e a verificação de conjecturas, a partir de outras, podem ser estimuladas, sobretudo ao final do Ensino Fundamental. (BRASIL, 2018, p. 267)

Da utilização prática dos CM, sua significação em atividades práticas também contribui no processo construtivo dos conhecimentos, cujo potencial está fundamentalmente na posição do ser autônomo do aluno, ser imersivo nas atividades e ser responsável pelas soluções das situações propostas, onde o professor cria as condições, mas o aluno através de suas atitudes desenvolve o conhecimento.

Importa, então, ajudar o aluno a compreender os percursos da construção do conhecimento científico, bem como das suas múltiplas facetas, colocando o aluno numa situação de cidadão ativo, que tem de desempenhar papéis e partilhar responsabilidades com os seus pares, que tem de encontrar soluções e de aprender a

decidir em situações pluridisciplinares, em que a voz da ciência é uma, entre as diversas vozes da sociedade, porventura a melhor adaptada para lidar com determinado tipo de situações. (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000, p. 75)

No processo de aprendizagem significativa, o estudante ancora conhecimentos já construídos à um novo conhecimento que possui relação ao já firmado, pressupondo a utilização de um material potencialmente significativo ao aprendiz e relacionável aos seus conhecimentos, bem como uma predisposição do estudante a articular o novo material a ser aprendido e a sua estrutura cognitiva.

A outra condição traz implícito que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz é, simplesmente, a de memoriza-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos ou sem significado. (Reciprocamente, independente de quão predisposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto serão significativos se o material não for potencialmente significativo.) (Moreira & Masini, 1982, p. 14)

Nesse sentido, o papel do aprendiz é ainda mais intensificado no processo. Conforme Moreira e Masini (2006), “os significados são pontos de partida para a atribuição de outros significados, constituindo-se em pontos básicos de ancoragem, dos quais origina-se a estrutura cognitiva.”

2. Etapas de Realização

As atividades foram planejadas para uma turma de 9º ano, com 30 alunos, sendo definidos 5 grupos de 6 alunos, e organizadas em quatro momentos, de acordo com as etapas a seguir:

Etapa 1: Composição dos grupos e sorteio dos temas

Esta etapa foi realizada de maneira presencial, em sala de aula, no início do ano letivo de 2020 e consistiu na composição das equipes com 6 alunos cada e sorteio dos temas relacionando os tópicos que cada grupo deveria estudar, de acordo com as devidas orientações repassadas pelo professor orientador.

Etapa 2: Reconhecimento do local de realização das atividades

Também realizada de maneira presencial, onde os alunos observaram atentamente os locais para verificar as medições necessárias e então elaborar os esquemas matemáticos para a realização dos cálculos necessários.

Etapa 3: Orientação das atividades de maneira remota via grupo de WhatsApp

Nesta fase, já no mês de abril de 2020, iniciou-se o período da pandemia do Corona Vírus (covid-19), onde as escolas tiveram seu período letivo interrompido. Deste modo, os demais processos foram repensados e orientados de forma remota. Os grupos foram refeitos de acordo com a quantidade de alunos que possuíam aparelhos smartphones com acesso à internet. Os alunos receberam a instrução de permanecerem em casa e compartilharem suas ideias e conceitos a serem utilizados na parte prática da atividade por meio da plataforma de reuniões Google Meet e grupos de WhatsApp.

Etapa 4: Direcionamento das tarefas

Os grupos receberam as devidas orientações sobre as atividades a serem desenvolvidas, como a busca de métodos para realizar as medidas das dimensões de uma fossa aquática e da largura de campo de futebol, que se encontravam em locais bem próximos da referida escola.

Conhecidos os temas de trabalho, definiram-se datas e horários para a realização das tarefas registradas por meio de vídeos posteriormente enviados ao professor para que então pudesse prestar as devidas orientações. Os materiais essenciais utilizados por cada grupo para a realização das atividades foram o barbante, cabos de vassoura, trena, esquadro, transferidor e um diário de bordo onde registravam todas as informações.

Os resultados aqui registrados foram fundamentados na perspectiva de ensino por experimentação com caráter investigativo. Para tanto, partimos da hipótese de que tal procedimento funciona como importante viés que, além de viabilizar uma aprendizagem ativa, propõe uma maneira diferenciada de demonstrar resultados oriundos de

situações problemas concretos vivenciados pelos alunos em seu próprio contexto social e educacional, valorizando assim, sua vivência. A seguir, serão elencados dois registros de atividades construídas pelos alunos.

3. Resultados das Observações

3.1. Registro da atividade 01 - Medida das dimensões de uma fossa aquática

Esta atividade teve como objetivo, determinar a largura de uma fossa aquática construída artificialmente para receber a água que escoar da cidade após as chuvas, sendo localizada próximo à pista de pouso do município, apenas usando a semelhança de triângulos.

Etapa 1: Observação do local e desenvolvimento da atividade.

De posse dos materiais, os alunos observaram que do lado direito da fossa havia várias árvores, tendo escolhido uma delas como ponto de referência, construíram mentalmente duas linhas imaginárias, uma vertical, em referência à altura da árvore e outra horizontal, demarcando a distância entre a árvore e a fossa, onde com essas referências formaram um triângulo retângulo, conforme a Figura 2 a seguir.

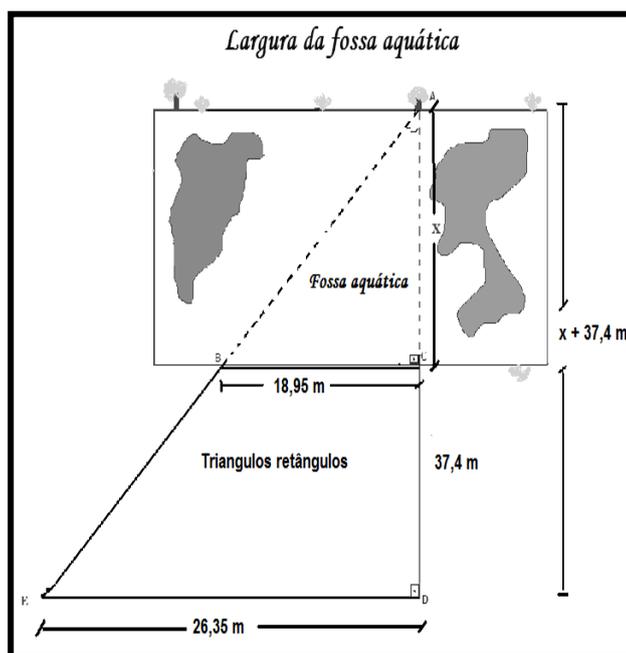


Figura 2. Medição da fossa aquática, utilizando a árvore como ponto de referência

Fonte: Autores (2020).

Do lado esquerdo da fossa os alunos fixaram cabos de vassouras no chão, de modo a formar dois triângulos retângulos semelhantes, amarrados em seguida a uma das extremidades do barbante, unindo-os de modo a formar os referidos triângulos. Posteriormente, usando a fita métrica, fizeram as medidas dos lados dos triângulos identificados, para então, realizarem os procedimentos seguintes.

Feito esse processo, estabeleceram a proporção entre os lados conhecidos, usando como base, as relações de semelhanças de triângulos, onde por definição observa-se que se dois triângulos são ditos semelhantes, então seus lados correspondentes são proporcionais e seus ângulos correspondentes são congruentes.

Etapa 2: Realização dos cálculos e criação dos modelos matemáticos:

Como os triângulos ADE e ACB apresentados no esquema realizado pelos alunos são semelhantes pelo fato de possuírem ângulos correspondentes congruentes, então seus lados correspondentes são proporcionais, valendo a relação:

$$\frac{AD}{AC} = \frac{DE}{BC} \quad \text{e de acordo com as medidas, observaram que: } \frac{x}{x + 37,4} = \frac{18,95}{26,35}$$

Deste modo, utilizando a propriedade fundamental das proporções, obtiveram os seguintes resultados:

$$26,35 \cdot x = 18,95 \cdot (x + 37,4)$$

(Aplicando a propriedade distributiva):

$$26,35 \cdot x = 18,95 \cdot x + 18,95 \cdot 37,4$$

(Isolando a incógnita x no 1º membro):

$$26,35 \cdot x - 18,95 \cdot x = 18,95 \cdot 37,4$$

(Subtraindo e multiplicando os termos):

$$7,4 \cdot x = 708,73$$

(Dividindo ambos os lados por 7,4):

$$x = 708,73 / 7,4.$$

$$\underline{x = 95,78 \text{ metros.}}$$

Portanto, como resultado para a largura aproximada da fossa, os alunos obtiveram o valor de 95,78 metros.

Fase 3: validação dos resultados:

Para confirmar e validar o resultado encontrado, os alunos decidiram então realizar a medida da largura da fossa com a utilização da fita métrica, que os indicou a medida exata de 96,00 metros, registrando uma pequena margem de erro de 0,23 metros, correspondendo a 23 centímetros. Sobre tal fato, um dos alunos do grupo registrou a observação de que a margem de erro foi devida às irregularidades da margem do rio. Tal resultado foi muito bem aceito pelo grupo de alunos, trazendo muita satisfação aos mesmos e fazendo-os perceber suas ações enquanto agentes de seu próprio aprendizado de forma significativa.

Registro da Atividade 2 - Cálculo da largura do campo de futebol.

Desenvolvida pelo 2º grupo de alunos, a seguinte atividade busca determinar a largura do campo do Ararí Esporte Clube usando somente a semelhança de triângulos.

Etapa 1: Observação do local e desenvolvimento da atividade.

Com base no conhecimento sobre a semelhança de triângulos, observa-se que, por definição, dois triângulos são semelhantes se seus ângulos correspondentes são congruentes e seus lados correspondentes são proporcionais. Com base neste excerto, os alunos construíram o seguinte esquema:

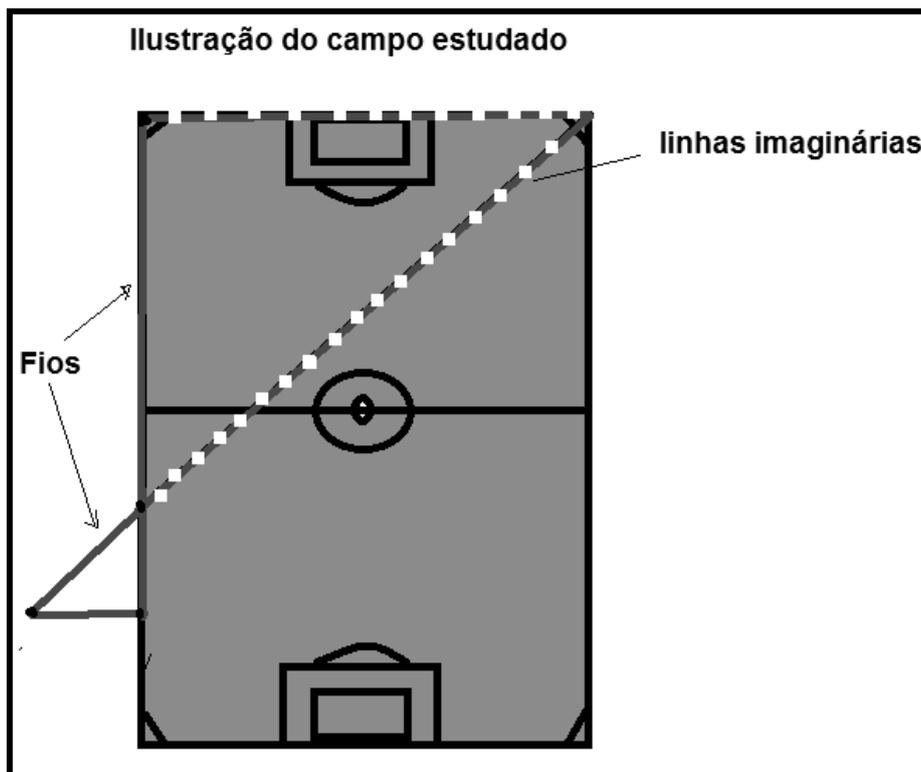
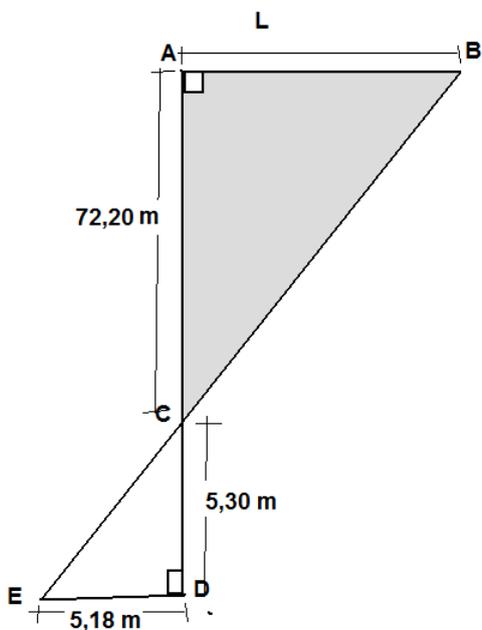


Figura 3. Esboço do campo de futebol do Arará Esporte Clube.

Fonte: Autores (2020).

Etapa 2: Realização dos cálculos e modelo matemático

De acordo com o esquema representado pela semelhança de triângulos, os alunos realizaram os seguintes cálculos (Figura 4):



$$\frac{AB}{DE} = \frac{AC}{CD}$$

$$\frac{L}{5,18} = \frac{72,20}{5,30}$$

$l \times 5,30 = 5,18 \times 72,20$, daí
 $5,30 \times L = 373,996$ o que resulta em
 $L = 70,56$ m.

Logo, o valor calculado para a largura do campo de futebol foi de 70,56 metros.

Figura 4. Modelo matemático com as medidas do campo de futebol Arará Esporte Clube

Fonte: Autores (2020).

Etapa 3: Formulação e validação dos resultados

De acordo com os cálculos registrados no diário de bordo, a largura do campo de futebol resulta em 70,56 metros. Da mesma forma ocorrida na primeira atividade, para que os alunos confirmassem este resultado, realizaram a medida do campo de futebol com o uso da trena e observaram a medida de 70,69 metros, registrando apenas 0,13 metros ou 13 centímetros como margem de erro, apontando um resultado bastante aproximado.

Etapa 4: Validação do experimento

Conforme registrado pelos próprios alunos, a experiência foi muito enriquecedora pois aprenderam a determinar a largura de um determinado espaço sem o uso da medição direta, mas sim, através de um procedimento que pôs em práticas os saberes desenvolvidos em sala, ou seja, por intermédio do uso de semelhança de triângulos e suas propriedades.

Práticas de ensino como esta, aproximam o aluno de uma matemática viva, na qual os assuntos passam a ter um sentido fora da sala de aula. Propostas de experimentação matemática enriquecem o estudo, promove engajamento, constrói conhecimento e os válida, quando assume uma razão de ser prática e diretamente ligada às vivências dos estudantes.

3. Considerações Finais

Por um longo período, a educação escolar foi marcada por um regime pedagógico de metodologia pautada em métodos mecânicos de ensino que oferecem pouca atratividade para o aluno, que vivencia uma rotina educacional baseada em informações de maneira uniforme sem estimular sua consciência crítica e criativa de analisar e resolver problemas. Este modo de conceber o processo de ensino tradicional, atualmente deixa de fazer sentido para o aluno, visto que o mesmo convive em um espaço de processos cada vez mais dinâmicos de troca de informações em tempo real, atividades realizadas em um tempo mínimo e ferramentas que dão suporte a construção deste cenário.

Por meio da promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, no ano de 1996, (LDB 9394/96 – Brasil, 1996), definiu-se que “a educação básica tem por finalidades essenciais, o desenvolvimento do educando no sentido de assegurar a ele a formação comum indispensável para o seu pleno exercício da cidadania” e, embora estejamos vivenciando um período cujo cenário está sendo marcado pela pandemia do Corona Vírus 19 (Covid-19), tais fatores estão sendo, na medida do possível, garantidos graças ao ensino remoto, onde os professores resistem à grandes períodos dedicados a preparar e socializar conteúdo para os alunos através de diversas formas, utilizando uma infinidade de recursos tecnológicos.

Embora muitos de nós, professores, tenhamos um domínio considerável dos tipos de metodologias ativas utilizadas em sala de aula de maneira presencial, quando nos deparamos com o ensino remoto, é notável a dificuldade em fazer a transposição de tais métodos para este novo formato de atividade docente, sendo necessário repensar nossa prática e adaptá-la para esta nova realidade.

Fica estabelecido nas referidas metodologias de aprendizagem ativas, o fato de o professor desempenha a função de Curador ou mentor, no sentido de orientar as etapas de aprendizagem pelas quais o aluno passa, fato essencial no processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, o trabalho docente nesse momento, dentre outras percepções, é perceber o que é relevante para a formação do aluno. Sendo assim:

O papel do professor é mais o de curador e de orientador. Curador, que escolhe o que é relevante entre tanta informação disponível e ajuda os alunos para que encontrem sentido no mosaico de materiais e atividades disponíveis. Curador, no sentido também de cuidador: ele cuida de cada um, dá apoio, acolhe, estimula, valoriza, orienta e inspira. Orienta a classe, os grupos e a cada aluno. Ele tem que ser competente intelectualmente, afetivamente e gerencialmente (gestor de aprendizagens múltiplas e complexas). (MORÁN, 2015, p. 28).

Diante disso, os rumos tomados pela proposta de estudo aqui relatada derivam da constatação de que, embora a metodologia de ensino por investigação para o ensino de matemática seja de suma importância, se faz necessário verificar como ocorre a aprendizagem quando professor e alunos se utilizam desta estratégia, e ainda, se a aprendizagem nestes moldes é significativa no contexto de sala de aula, fato cuja constatação foi possível e confirmada, visto que o próprio grupo de alunos buscou mostrar esse resultado com a realização das atividades propostas e o registro das informações colhidas.

4. Referências

- Brasil (1996). *Lei de diretrizes e bases da educação. LDB, Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em 28 out. 2020.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília.
- Cachapuz, A. F., Praia, J. F. & Jorge, M. P. (2000). *Perspectivas de ensino das Ciências*. Porto: Eduardo & Nogueira, 75.
- Masini, E. F. S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro.
- Morán, J. (2015). *Mudando a educação com metodologias ativa*. In: SOUZA, C. A. de, MORALES, O. E. T. (orgs). – PROEX/UEPG, 15-33.
- Moreira, M. A. & Masini, E. F. S. (1982). *Aprendizagem Significativa – a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes Ltda.
- Moreira, M. A., Caballero, M. C. & Rodríguez, M. L. (1997) *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España, 19-44.
- Moreira, M. A. (1999). *A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel*. In: *Teorias da aprendizagem*. 10. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 151-165.
- Novak, J. D. (1989). Matérias de pesquisa em ensino de física: estratégias metacognitivas para ajudar alunos a aprender a aprender. (Traduzido por Marco Antonio Moreira). *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 6(1), 32-36.

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).