

Atividades Experimentais no ensino da Matemática mediadas pela prática docente e nas perspectivas vygotskiana, piagetiana e ausubeliana

Experimental activities in mathematics teaching mediated by teaching practice and in vygotskian, piagetian and ausubelian perspectives

Adriane Beatriz Liscano Janisch¹
Karin Ritter Jelinek²

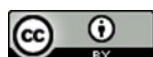
Resumo: Destacando a importância do uso da linguagem e organização do pensamento para uma aprendizagem com significado na experimentação matemática da Educação Básica, as Teorias de Aprendizagem constituem-se em um exímio orientador metodológico no ensino e aprendizado de Matemática. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre Teorias de Aprendizagem, com um olhar voltado para atividades experimentais em Matemática com base em Vygotsky, Piaget e Ausubel, e analisar como tais processos de construção do conhecimento podem ser aplicadas ao ensino de Matemática aliados a prática docente, promovendo uma investigação reflexiva sobre conhecimentos cognitivos, experimentação matemática, habilidades e desenvolvimento humano e aprendizagem significativa. Assim sendo, a metodologia utilizada estruturou-se por meio de levantamentos bibliográficos e exploratórios, construindo uma análise teórica sobre experimentação no ensino de Matemática. Elencando esses recursos a uma contextualização com a educação matemática contemporânea, verificou-se que situações investigativas e exploratórias da aprendizagem, seguidas do papel da linguagem e organização do pensamento e interação social ao viés dos significados e sentidos na experimentação podem contribuir para um aprendizado mais efetivo e uma compreensão mais significativa da matemática.

Palavras-chave: Experimentação Matemática. Teorias da Aprendizagem. Lev S. Vygotsky. Jean W. F. Piaget. David P. Ausubel.

Abstract: Emphasizing the importance of language use and organized thinking for a learning with meaning in the mathematical experimentation of Basic Education, Learning Theories are an excellent methodological guide in the teaching and learning of Mathematics. In this context, the purpose of this study is to delve into the subject of Learning Theories focusing on experimental activities in Mathematics based on Vygotsky, Piaget, and Ausubel, and analyze how such knowledge construction processes can be applied to the teaching of Mathematics along with effective teaching practices, promoting a reflective investigation on cognitive knowledge, mathematical experimentation, skills and human development and meaningful learning. Therefore, the methodology used consisted of bibliographic and exploratory surveys, with the development of a theoretical analysis on experimentation in the teaching of Mathematics. By listing these resources in a context with contemporary mathematics education, it was found that investigative and explorative learning situations, combined with the use of language and organized thinking and a social interaction that emphasizes the meanings and senses of

¹ Mestre em Ensino de Ciências Exatas pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Bolsista CAPES/BRASIL. Professora da Rede Pública Municipal de Santo Antônio da Patrulha – RS. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0801-0687>. E-mail: a.janisch@hotmail.com.

² Pós-Doutora em Ciências e Matemática pela Universidade Eduardo Mondlane/Moçambique. Doutora em Educação pela UFRGS. Professora do PPG em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4853-2319>. E-mail: karinjlkfurg@gmail.com.



experimentation can contribute to a more effective learning and a more meaningful understanding of Mathematics.

Keywords: Mathematical Experimentation. Learning Theories. Lev S. Vygotsky. Jean W. F. Piaget. David P. Ausubel.

Introdução

A educação contemporânea encontra-se em contínua transformação, devido a fatores políticos, sociais e econômicos. Diante disso, um dos desafios atuais que professores de Matemática da Educação Básica se deparam é a dificuldade apresentada por uma parcela significativa de estudantes em relação a conceitos matemáticos quanto à percepção, assimilação, memorização, pensamento e linguagem. Tais fatores influenciam em como os estudantes percebem e aprendem matemática.

Em vista disso, na constante busca por recursos metodológicos que possam proporcionar uma educação matemática mais significativa, as Teorias de Aprendizagem podem contribuir tanto com o professor, quanto com o estudantes na qualidade de ensino e aprendizado. Desta forma, este trabalho apresenta um estudo reflexivo sobre a Teoria de Lev S. Vygotsky, seguida de reflexões dos estudos de Jean W. F. Piaget e da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel, aliadas a experimentação matemática, contextualizando a prática docente em sala de aula na Educação Básica.

Neste estudo, a experimentação matemática é entendida como práticas propostas pelo professor que envolvam o estudante em atividades em que eles possam questionar, observar, elaborar hipóteses, inferir e argumentar. Ou seja, são práticas que podem envolver materiais manipulativos ou não, mas que acima de tudo proporcionam o envolvimento do estudante como sujeito ativo de sua aprendizagem matemática.

Nesta perspectiva, tem-se como principal objetivo fazer um estudo reflexivo sobre as concepções das Teorias de Aprendizagem com base em Vygotsky, Piaget e Ausubel, com um olhar voltado para a experimentação como facilitadora no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e desenvolvimento humano. Buscando destacar assim, a importância do uso da linguagem, a organização do pensamento e a aprendizagem significativa, levando em consideração as relações entre significados e sentidos atribuídos aos estudantes da Educação Básica a partir de atividades envolvendo experimentação matemática.

Para Lefrançois (2008), dentre as funções mais importantes de uma teoria de aprendizagem, se destacam o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das práticas educacionais, que impulsionam a efetividade e eficácia dos processos de aprendizagem. As Teorias de Aprendizagem são capazes de gerar mudanças, "tanto na potencialidade do aprendiz quanto na potencialidade e disposição para a ação, ou seja, melhora o seu desempenho" (LEFRANÇOIS, 2008, p. 13).

Assim, de acordo com Antunes (2014, p. 17), “[...] a aprendizagem é um processo de construção, ressignificação, sistematização, valorização e apropriação de saberes cotidianos geradores de transformações permanentes ou relativamente permanentes no aprendiz”. Nesta concepção, “[...] uma teoria é uma tentativa humana de sistematizar uma área de conhecimento, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas” (MOREIRA, 2011, p. 12).

Portanto, em concordância com Oliveira; Araújo e Veit,

[...] as teorias de aprendizagem são importantes, dentre outros aspectos, porque possibilitam aos professores adquirirem conhecimentos, atitudes, crenças, habilidades, fundamentais para atingir os objetivos de ensino; são elas que norteiam as práticas didáticas dos professores. Sem fundamentação teórica de aprendizagem, entendemos que as práticas de um professor tendem a tornar-se um tanto intuitivas, beirando a tentativa e erro (2017, p. 15).

As teorias de aprendizagens se constituem numa ferramenta imprescindível para que ocorra um ensino e aprendizagem relevante, ativo e eficiente, beneficiando tanto o professor quanto o estudantes. Porém, para que ocorra um aprendizado significativo, “o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido” (FREIRE, 2005, p. 67).

Neste contexto, sob as perspectivas das Teorias de Aprendizagem, as atividades de Matemática por experimentação podem se constituir num importante recurso metodológico. A possibilidade de um ensino e de um aprendizado dinâmico e eficaz, fazendo com que o estudante e professor tenham um envolvimento mútuo nos métodos pedagógicos utilizados em sala de aula, proporcionando uma aprendizagem com significado.

Portanto, as teorias de aprendizagem continuam propiciando um grande avanço para a educação contemporânea, podendo ser de grande valia em atividades baseadas em propostas de experimentação em Matemática ao possibilitar aos estudantes o desenvolvimento e aprimoramento de habilidades cognitivas, educacionais e sociais.

Metodologia

A presente pesquisa foi elaborada por meio de levantamentos bibliográficos, fundamentados nos estudos de Vygotsky, Piaget e Ausubel, construindo uma análise teórica reflexiva sobre experimentação em Matemática, embasada em Teorias de aprendizagem que possibilitam um ensino e aprendizado relevante.

As principais obras analisadas foram “Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar” (2010) e a “Formação social da mente” (1991) de Vygotsky; “A psicologia da inteligência” (2013), “A psicologia da criança” (2002) e “Estudos sociológicos” (1973) de Piaget; “Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel” (1982) e “Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva” (2003) de

Ausubel; acreditando-se abarcar as principais obras destes autores. Foram escolhidos tais autores devido a grande relevância de seus estudos na construção de conhecimentos, na estrutura de linguagens e pensamentos, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes, favorecendo o desenvolvimento cognitivo e mental, perpassando a sala de aula e a adaptação ao meio social. Desta forma, acredita-se que tais autores e suas obras, nos ajudam a pensar a experimentação matemática contemporânea.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica é elaborada,

[...] a partir de material já publicado, constituído principalmente de: livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa. Na pesquisa bibliográfica, é importante que o pesquisador verifique a veracidade dos dados obtidos, observando as possíveis incoerências ou contradições que as obras possam apresentar (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 54).

Portanto, considera-se que “[...] a pesquisa bibliográfica não é mera repetição do que já foi dito ou escrito sobre certo assunto, mas propicia o exame de um tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras” (LAKATOS E MARCONI, 2003, p. 183).

Nessa perspectiva, foram realizadas leituras exploratórias dos estudos de Vygotsky, Piaget e Ausubel, para compor um estudo reflexivo voltado para o ensino de Matemática por experimentação, buscando por métodos alternativos que possam auxiliar o professor e o estudante no estabelecimento de práticas matemáticas mais eficaz e mais envolventes.

A teoria de Vygotsky e a Experimentação

Para Vygotsky (1896-1934), não há aprendizado sem o social, ou seja, a construção do conhecimento acontece coletivamente. A ideia fundamental da teoria Sócio-histórico-cultural de Vygotsky apresenta o homem como um ser histórico e sua interação entre o sujeito e sociedade, ligado à linguagem, à cultura e ao processo de aprendizagem (VARGAS JÚNIOR, 2015). Logo, ao relacioná-lo a experimentação matemática traz a ideia de comunicação, argumentação, raciocínio, questionamentos, etc.

Em “A formação social da mente” (1991), Vygotsky conjectura que o método experimental leva em consideração o meio físico, o estímulo e o uso de signos auxiliares nos processos de desenvolvimento infantil e estuda as variações nas respostas que ocorrem, em relação às várias mudanças nos estímulos. Vygotsky evidencia a importância do método para análise do comportamento humano (funções psicológicas superiores), objetivando a análise de processos e não de objetos, de explicação e não de descrição. Portanto,

A procura de um método torna-se um dos problemas mais importantes de todo empreendimento para a compreensão das formas caracteristicamente humanas de atividade psicológica. Neste caso, o método é, ao mesmo tempo, pré-requisito e produto, o instrumento e o resultado do estudo (VYGOTSKY, 1991, p. 46).

Vygotsky (1896-1934) especificou a interação entre aprendizado e desenvolvimento. Para ele, desenvolvimento é pré-requisito do aprendizado e também é o próprio aprendizado; ele defende que o aprendizado está vinculado tanto às suas características biológicas quanto às experiências do indivíduo com o meio sócio-histórico em que ele atua, reconhecendo a importância da linguagem na construção do conhecimento.

Para Vygotsky (1991, p. 61):

[...] o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas.

Dessa forma, as operações com signos são responsáveis pela ocorrência de neofunções, que possibilitam saltos qualitativos na linha de desenvolvimento por meio da reconstrução de novas funções, como a percepção, atenção, memória, linguagem e outras. (VYGOTSKI; LURIA, 2007). “Portanto, o desenvolvimento individual ocorre em um contexto social por meio de atividades com signos, isto é, por meio de *vínculos y relaciones sociales, de formas colectivas de conducta y de co-operación social.*” (ibid., p. 51).

Numa perspectiva vigotskiana, o ensino e aprendizagem mediada por signos, pensamento, linguagem, significado e sentidos podem ser de fundamental importância na construção de conceitos matemáticos e atividades experimentais. Na análise destas relações,

Vygotsky distingue dois componentes do significado da palavra: o significado propriamente dito e o “sentido”. O significado propriamente dito refere-se ao sistema de relações objetivas que se formou no processo de desenvolvimento das palavras, consistindo num núcleo relativamente estável da compreensão da palavra, compartilhado por todas as pessoas que a utilizam. O sentido, por sua vez, refere-se ao significado da palavra para cada indivíduo, composto por relações que dizem respeito ao contexto e uso da palavra (OLIVEIRA, 1997, p. 50).

Logo, “[...] o único bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento” (VYGOTSKY, 2010, p.114), uma vez que se entende que a aprendizagem deva se utilizar dos resultados do desenvolvimento do estudante, “em vez de adiantar ao seu curso e de mudar a sua direção” (ibid., p. 103). A partir dos ideais de aprendizagem de Vygotsky, podemos avançar buscando correlacioná-los com a experimentação matemática, pois é extremamente desejável que o professor possa fazer/desenvolver/aplicar questionamentos investigativos e atividades que provocarão o estudante no processo de desenvolvimento estrutural do pensamento, da linguagem.

Na experimentação matemática o professor pode desenvolver atividades que contemplem a zona de desenvolvimento proximal do estudante, conceituada por Vygotsky como,

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (...) A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, ao invés de “frutos” do desenvolvimento (VYGOTSKY, 1991, p. 58).

Nesse sentido, Vigotski (2009, p. 412) explica que “a linguagem não é um simples reflexo especular da estrutura do pensamento”, ou seja, “a linguagem não serve como expressão de um pensamento pronto. Ao transformar-se em linguagem, o pensamento se reestrutura e se modifica” (id., 2001, p. 412).

Neste sentido, nas aulas de Matemática por experimentação, uma das estratégias que pode ser utilizada é a exploração da linguagem, que pode se dar através da argumentação ou da resolução de problemas. De uma forma que o estudante compreenda os conceitos cotidianos, formais e científicos dos conteúdos, proporcionando também a interação social entre colegas e professor.

Para Vygotsky,

o aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas (1989, p. 101).

Ao relacionar atividades experimentais de Matemática aos estudos de Vygotsky, é importante destacar que em termos cognitivos, a comunicação, a argumentação, o raciocínio, os questionamentos e os conceitos, devem partir da Zona de desenvolvimento real do estudante (considerando o que ele já sabe). Para isso,

[...] o professor deverá tomar como ponto de partida o que o aluno já conhece e domina para, então, atuar ou interferir na Zona de desenvolvimento potencial, levando a criança a alcançar novas aprendizagens, que, por sua vez, impulsionam o desenvolvimento e concretizam outras novas aprendizagens (NOGUEIRA E LEAL, 2015, p. 161).

A experimentação matemática “além de ser motivadora, têm como função primordial auxiliar o educando a desenvolver uma nova maneira de ver o mundo, partindo de suas hipóteses e conhecimentos prévios” (ZÔMPEIRO; PASSOS; CARVALHO, 2012, p. 44). E as conjecturas que precedem a realização de um experimento têm um grande valor didático, pois por meio delas o professor fica familiarizado com os conhecimentos prévios de seus estudantes e, a partir disso, pode valorizar as contribuições relevantes e corrigir eventuais equívocos conceituais (GOBBO, 2017).

Portanto, ao trabalhar com experimentação matemática em sala de aula, é necessário que o professor trabalhe não apenas transmissão-recepção, mas utilize dinâmicas desenvolvidas num espaço que haja interações sociais e também estimule o intelecto do estudante a evoluir para níveis mais elevados de conhecimentos matemáticos.

Reflexões Piagetianas e a Experimentação Matemática

Jean Piaget (1896-1980) é considerado figura central das discussões acerca do construtivismo e, assim como Vygotsky, se apoia na ideia de que existe uma interação constante entre o sujeito e o meio. Registra ainda, que esta interação é essencial para o desenvolvimento do indivíduo (SOUZA; WECHSLER, 2014).

Nessa perspectiva o ensino por experimentação, deve levar em consideração o ponto de vista do estudante e suas argumentações, sendo necessário proporcionar atividades com nível de dificuldade nem tão difíceis, que o estudante não consiga assimilar, nem tão fáceis, requerendo nenhuma acomodação (equilibração) (LEFRANÇOIS, 2009).

De acordo com Moreira (1999), a teoria de Piaget apresenta importantes concepções, a saber: assimilação, acomodação e equilíbrio.

Segundo Piaget, o crescimento cognitivo do sujeito se dá por assimilação e acomodação. A assimilação designa o fato de que a iniciativa na interação do sujeito com o objeto é do organismo. O sujeito constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todo esquema de assimilação é construído e toda abordagem à realidade supõe um esquema de assimilação. Quando o organismo (a mente) assimila, ele incorpora a realidade a seus esquemas de ação, impondo-se ao meio (MOREIRA, 1999, p. 100).

Portanto, “[...] assimilação implica reagir com base em aprendizagem e compreensão prévias; acomodação implica mudança na compreensão. Essa interação entre assimilação e acomodação leva à adaptação.” (LEFRANÇOIS, 2009, p. 245).

A teoria de Piaget explica que desde o nascimento, o indivíduo constitui o conhecimento. Neste processo o desenvolvimento cognitivo procede por estágios: sensorio motor, pré operacional, operacional concreto, operacional formal.

De acordo com Goulart (2005) o trabalhar com experimentação matemática geralmente começa a acontecer no período operatório-concreto (dos 7 aos 11 ou 12 anos). No transcorrer deste estágio, o sujeito adquire vários conhecimentos, como a capacidade de lidar com conceitos matemáticos. Neste período, o estudante está apto a resolver cálculos matemáticos integrados envolvendo adição, subtração, divisão e multiplicação; e percebe que para se chegar a um determinado resultado matemático, poderá tomar vários caminhos, não tendo um único e acabado (PIAGET; INHELDER, 2002).

Neste estágio, conforme Goulart (2005), o estudante também já desenvolve noções de tempo, espaço, velocidade, ordem e causalidade. Conceitos que podem ser explorados facilmente através de atividades experimentais. Neste mesmo período, também ocorre a evolução do raciocínio hipotético-dedutivo, desenvolvendo a capacidade de pensamento abstrato.

O pensamento formal, é portanto, “hipotético-dedutivo”, isto é, capaz de deduzir as conclusões de puras hipóteses e não somente através de uma observação real. Suas conclusões são validas, mesmo independentemente da realidade de fato, sendo por isto que esta forma de pensamento envolve uma dificuldade e um trabalho mental muito maiores que o pensamento concreto (PIAGET, 1999, p. 59).

Segundo Piaget, o desenvolvimento ocorre de forma gradual e o estudante estabelece interações com o meio, viabilizando a aquisição do conhecimento. (LEFRANÇOIS, 2008), pois para Piaget, o desenvolvimento da aprendizagem está ligado a estímulos. A criança tenta adaptar os novos estímulos às estruturas cognitivas que já possui e que o ambiente oferece, gerando assim mudanças que acarretam em desenvolvimento, passando pelas fases de maturação, experiência ativa, equilíbrio e interação social.

Assim, “O indivíduo age apenas ao experimentar uma necessidade, ou seja, se o equilíbrio entre o meio e o organismo é rompido momentaneamente; neste caso, a ação tende a restabelecer o equilíbrio, isto é, precisamente a readaptar o organismo” (PIAGET, 2013, p. 18). Tal fato, reforça a importância da experimentação na aprendizagem de Matemática, uma vez que o estímulo adequado potencializa o desenvolvimento da capacidade intelectual dos estudantes.

Ou seja, para Piaget a aprendizagem depende do nível de desenvolvimento do sujeito, sendo um processo de reorganização cognitiva e social. Entende-se assim, que tais aspectos podem ser explorados em aulas de Matemática por meio de atividades como experimentação, favorecendo e impulsionando a aprendizagem por meio da cooperação e a colaboração entre colegas e professores. Portanto, nesse contexto, atividades experimentais podem ser compreendidas como otimizadoras na busca conjunta do conhecimento.

Experimentação Matemática: um olhar na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel

Ausubel (1918-2008) centralizou seu trabalho na Teoria da Aprendizagem Significativa, fundamentada no construtivismo, tratando-se de um processo através do qual uma nova informação itera-se com um aspecto importante da estrutura de conhecimento do indivíduo (subsunçor), ou seja, há aprendizagem significativa quando uma nova informação é ancorada em conceitos ou proposições necessárias preexistentes na estrutura cognitiva do ser que aprende (MOREIRA, 1999). Portanto, “Para Ausubel,

aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (MOREIRA, 2017, p. 161).

De acordo com a teoria de Ausubel, o fator que mais influencia a aprendizagem é o conhecimento que o indivíduo já sabe, pois, “quando o aluno formula uma pergunta relevante, apropriada e substantiva, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não arbitrária e literal, e isso é evidência da aprendizagem significativa” (MOREIRA, 2011, p. 228). Nessa perspectiva, Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34) ressaltam que “a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e estes, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa”.

Conforme asseguram Kochhann e Moraes (2014, p. 20),

[...] é preciso levar em conta os fatores cognitivos, no intuito de melhorar a forma de ensino e a dinâmica do processo de aprendizagem, visto que supostamente os alunos tem sede de curiosidade pelo aprender, e que muitas vezes, a escola e o professor com seus materiais didáticos e suas metodologias ou o pouco conhecimento teórico, diminui ou acaba com esse desejo do estudante.

Dessa forma, ao trabalhar com experimentação matemática em sala de aula com um olhar na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, o professor pode abordar conceitos novos a partir de conceitos preestabelecidos em aula anteriores, ancorados em conhecimentos prévios do estudante, possibilitando a exploração e (re)descoberta de novos conceitos.

Cabe destacar que para Ausubel existem três tipos de aprendizagem significativa: a aprendizagem representacional, que compreende a atribuição de significados a certos símbolos; a aprendizagem de conceitos, que se trata de uma aprendizagem também representacional, porém representada por símbolos genéricos ou categóricos; e a aprendizagem proposicional, que se refere à aprendizagem do significado de ideias em forma de proposição (MOREIRA, 1999). Portanto, ao explorar a ideia de experimentação matemática aliado a teoria de Ausubel, pode-se explorar os três tipos de aprendizagem em diferentes contextos, favorecendo um ensino e aprendizado voltados para o protagonismo do estudante.

Como afirma Moreira (1999), Ausubel também definiu a aprendizagem mecânica, que diz respeito a aprendizagens de novas informações sem ou com pouca interação com conceitos já existentes na estrutura cognitiva, sendo considerada relevante quando um indivíduo recebe informações em uma área de conhecimento nova para ele. Assim, pela aprendizagem mecânica, pode-se estabelecer determinados conceitos matemáticos mais complexos antes ou durante as atividades por experimentação em sala de aula e posteriormente mostrar sua aplicabilidade, para poder fazer sentido ao estudante e realmente ser um aprendizado significativo.

Assim, de acordo com Kochhann e Moraes (2014, p. 104-105), “o aluno precisa compreender o significado daquele momento de aprendizagem, ou seja, a aprendizagem daquele conteúdo ou disciplina precisa ter sentido para os alunos, ser significativo para a sua vida pessoal ou profissional”. Contextualizando no ensino por experimentação em Matemática, “o professor não deve dar as respostas: os alunos devem descobri-las por meios idealizados e executados por eles” (LORENZATO, 2010, p. 75).

Ao trabalhar com experimentação em sala de aula, o professor deve levar em consideração fatores que instiguem a curiosidade e despertem o interesse do estudante em relação ao conteúdo em questão. De acordo com Moreira (1999), no que tange o papel do professor, Ausubel frisou que na facilitação da aprendizagem existem as seguintes tarefas fundamentais:

- Reconhecer a estrutura conceitual e proposicional do conteúdo a ser ensinado;
- Reconhecer os subsunçores importantes à aprendizagem deste conteúdo; identificar o que o estudante já sabe;
- Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual do conteúdo de modo significativo.

Para Ausubel (1982, p. 38), “a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio”. Assim, “Os fatores mais significativos que influenciam o valor, para o aprendizado, dos materiais de ensino, referem-se ao grau em que estes materiais facilitam uma aprendizagem significativa” (AUSUBEL, 1980, p. 293).

Nessa perspectiva,

De acordo com Ausubel (1982) a escola não pode conceber o aluno como um mero receptor das respostas desejadas por ela com base na promoção da memorização e da reprodução de informações (sem erros), sendo mais recomendável a aprendizagem a partir da experimentação e das tentativas e erros (CRISPIM, 2018, p. 31).

Portanto, de acordo com Moreira, a teoria de Ausubel concebe a aprendizagem como aprendizagem verbal significativa receptiva, pois o significado surge quando se estabelece uma relação entre a entidade e o signo verbal que a representa. A aprendizagem em sala de aula é organizada em termos de aprendizagem receptiva e o ser que aprende não necessita descobrir princípios, conceitos e proposições para aprendê-los e usá-los de forma significativa. Assim, tais considerações podem ser inseridas no contexto de atividades por experimentação nas aulas de Matemática, tornando-as mais produtivas e significativas ao estudante.

Resultados

Numa abordagem empírica, sobre a zona de desenvolvimento proximal, Vygotsky reconhece que cada tipo de atividade, com suas respectivas e gradativas dificuldades, contribuem para o desenvolvimento intelectual dos estudantes, provocando avanços gradativos na aprendizagem. Nesse contexto, ao optar por experimentação, pode-se obter um aprendizado gradativo, quebrando métodos rotineiros de solução de problemas, evidenciando novas habilidades. Portanto,

Divergindo da postura piagetiana, Vygotsky preocupou-se, justamente, em mostrar que o desenvolvimento das funções psíquicas superiores não se prende a leis biológicas, mas a leis sociais e, por isso, históricas. Para ele, a natureza humana é, desde o início, essencialmente social: é na relação com o próximo, numa atividade prática comum, que os homens, mediados pelos signos e instrumentos, se constituem e se desenvolvem enquanto tal (PALANGANA, 1994, p. 123).

A partir da teoria de Piaget, evidencia-se que as aulas por experimentação, não se referem a mera transmissão de conteúdo, mas que se deve incentivar o estudante a pensar e elaborar o seu pensamento e suas hipóteses, na tentativa de compreender como a sua cognição se apropria das informações, através de estímulos que possam desenvolver as habilidades dos estágios específicos para cada faixa etária.

No que se refere à abordagem da Aprendizagem Significativa considera-se os conhecimentos preexistentes do estudante (AUSUBEL, 1982). Tais conhecimentos prévios permitem o estabelecimento de relações de ideias e conceitos já presentes na estrutura cognitiva do estudante e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material (MOREIRA, 2011). Portanto, na perspectiva dos estudos de Ausubel, o professor pode dar início às atividades experimentais explorando os conceitos que o estudante já tem propriedade, para só então apresentar novas informações e explorar novos conceitos.

No Quadro 1, apresenta-se uma síntese sobre experimentação nas perspectivas de Piaget, Ausubel e Vygotsky, bem como, um detalhamento do papel do professor e do estudante.

Quadro 1: Experimentação na visão de Piaget, Ausubel e Vygotsky

	Piaget	Ausubel	Vygotsky
Papel da experimentação	Permitir a mudança do nível operacional concreto para o nível operacional formal.	Revelar os conhecimentos prévios dos alunos e fornecer formalizar os subsunçores.	Interpretação dos significados compartilhados e a apropriação do processo da atividade de estudo
Professor	Apresentar experimentos desequilibradoras para os estudantes, causando insatisfação com suas ideias.	Identificar as concepções prévias dos alunos e propor situações para a reestruturação do conceito.	Mediação do conhecimento científico na Zona de desenvolvimento proximal.

Aluno	Aplicação do raciocínio lógico.	Limite entre o que aluno sabe e o que deveria saber.	Compartilhar significados e apropriação de novos conhecimentos.
--------------	---------------------------------	--	---

Fonte: Maia, Junqueira, Wartha, Silva (2013, p. 1005)

Ao explorar as Teorias de Aprendizagem de Piaget, Ausubel e Vygotsky, sob o ponto de vista da experimentação matemática, percebe-se que o papel do professor é a mediação entre os estudantes e as atividades propostas, criando situações que proporcionem a ação destes. Porém, para ter um bom resultado, é importante que o professor conheça bem a teoria que irá trabalhar, conheça os estudantes, suas especificidades e seus níveis reais de aprendizagem.

As Teorias de Aprendizagem agregam conhecimentos e possibilitam ao estudante o desenvolvimento cognitivo e social, interligados à linguagem e ao estímulo. Elencando os recursos da teoria adotada, contextualizado com o ensino por experimentação, verificou-se que situações investigativas e explorativas de aprendizagem, seguidas do papel da linguagem e organização do pensamento, interação social, seus significados e sentidos podem contribuir para um aprendizado mais efetivo e uma compreensão de matemática mais significativa.

Considerações Finais

Neste estudo, procurou-se apresentar algumas reflexões sobre as Teorias de Aprendizagem, entrelaçando-as com o conceito de experimentação matemática, buscando novas alternativas didático-pedagógicas para a educação atual. Sendo que as teorias aqui abordadas constituem fundamentos sólidos que podem auxiliar tanto o professor quanto o estudante no processo de ensino e aprendizagem contemporâneo, possibilitando uma participação ativa em sala de aula, imprescindível no processo de desenvolvimento matemático.

Porém, para se ter um resultado satisfatório e uma (re)significação no ensino sobre experimentação em Matemática, numa perspectiva das Teorias da Aprendizagem, faz-se necessário, que o educador compreenda as concepções da teoria por ele adotada.

Portanto, através do enfoque apresentado e discutido neste trabalho, é possível inferir que o educador ao optar por trabalhar com atividades experimentais tendo como base as teorias de Vygotsky, Piaget ou Ausubel, tem alternativas metodológicas bastante promissoras e eficientes no ensino e aprendizado de Matemática. Da mesma forma, tem a possibilidade de proporcionar a valorosa interação entre o estudante e o professor em prol da tão desejada qualidade de aprendizagem matemática.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Referências

- ANTUNES, C. **Introdução à educação**. São Paulo: Paulus, 2014. (Coleção Introduções).
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, **Interamericana**, 1980. Tradução de Eva Nick et.al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 2ª ed. Coimbra: Plátano. Edições Técnicas, 2003.
- CRISPIM, V. L. L. **Aprendizagem significativa na educação superior: análise de dissertações e teses brasileiras (2001 a 2014)**. 125 f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc. Criciúma. Brasil. 2018. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/6408>. Acesso em 10 de jan. 2022.
- KOCHHANN, A. MORAES, Â. C. **Aprendizagem significativa na perspectiva de David Ausubel**. Anápolis: UEG, 2014.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo, SP: Atlas 2003. Disponível em <file:///C:/Users/ajani/Downloads/LAKATOS%20-%20MARCONI%20-%20FUNDAMENTOS%20DE%20METODOLOGIA%20CIENTIFICA.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem significativa**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da Aprendizagem: O que a Velha Senhora disse**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias de aprendizagem: o que o professor disse**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- LORENZATO, S. **Para aprender matemática**. 3. ed. Campinas: Autores Associado, 2010.
- MAIA, J. O.; JUNQUEIRA, M. M.; WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. Piaget, Ausubel, Vygotsky e a experimentação no ensino de química. In: **CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**, 9., 2013, Girona. Anais eletrônicos. Disponível em:
< https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap1002.pdf >. Acesso em: 05 janeiro 2022.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. 2ª edição ampliada São Paulo: E.P.U, 2017.
- NOGUEIRA, M. G. LEAL, D. **Teorias de aprendizagem** - um encontro entre os pensamentos filosófico, pedagógico e psicológico. 2 ed. Curitiba: InterSaberes, 2015.
- NEVES, A.R.; DAMIANI, F.M. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNIrevista**, v.1, n.2, p.1–10, abr. 2006. Disponível em:
<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/3453/Vygotsky%20e%20as%20teorias%20da%20aprendizagem.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 de jan. 2022.
- OLIVEIRA, V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, n. 3, p. 1-17, 2017. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172017000300502&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 14 de jan. 2022.
- PALANGANA, I. C. A função da linguagem na formação da consciência: reflexões. **Cadernos Cedes**. Campinas, v.15, n. 35, p.15-28, 1995.
Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/569>. Acesso em: 15 de jan. 2022.
- PIAGET, J. (1973). **Estudos sociológicos**. Rio de Janeiro: Editora Forense.
- PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. Tradução: Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sergio Lima Silva - 24º Ed. Rio de Janeiro: FORENSE UNIVERSITARIA, 1999. Disponível em <http://atividadeparaeducacaoespecial.com/wp-content/uploads/2015/01/SEIS-ESTUDOS-DE-PSICOLOGIA-JEAN-PIAGET.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- PIAGET, J; INHELDER, B. **A psicologia da criança**. Tradução de Octavio Mendes Cajado. 18 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- PIAGET, J. **A psicologia da inteligência**. Tradução: Guilherme João de Freitas Teixeira. ISBN 978-85-326-4680-4 – Edição Digital. Petropolis, RJ: VOZES, 2013.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013. Disponível em <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- REGO, T. C. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 14.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. Disponível em:
<file:///C:/Users/ajani/Downloads/REGO,%20T.%20C.%20Vygotsky%20%20Uma%20perspectiva%20Hist%C3%B3ricoCultural%20da%20Educa%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 04 jan. 2022.
- SOUZA, N. M. de.; WECHSLER, A. M. Reflexões sobre a teoria piagetiana: o estágio operatório concreto. **Cadernos de Educação**: Ensino e Sociedade, Bebedouro-SP, 1(1): 134-150, 2014. Disponível em
<https://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/cadernodeeducacao/sumario/31/04042014074217.pdf>. Acesso em: 03 nov.2021.
- VARGAS JÚNIOR, L. **Síntese das concepções das teorias interacionistas de Piaget e Vygotsky**. Portal Educação, 2015. Disponível em:

<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/pedagogia/sintese-das-concepcoes-das-teorias-interacionistas-de-piaget-e-de-vigotsky/19420>. Acesso em: 04 jan. 2022.

VYGOTSKY, L. S.A. **Formação social da mente**. 4ª ed. Brasuleira. São Paulo: Martins Fontes, 1991. Disponível em <https://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/vygotsky-a-formac3a7c3a30-social-da-mente.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

VYGOTSKY, L.S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VIGOTSKII, L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11ª ed. São Paulo: Ícone, 2010. Disponível em <https://www.unifal-mg.edu.br/humanizacao/wp-content/uploads/sites/14/2017/04/VIGOTSKI-Lev-Semenovitch-Linguagem-Desenvolvimento-e-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.

VYGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R. **El instrumento y el signo en el desarrollo del niño**. San Sebastián de los Reyes, Fundación Infancia y Aprendizaje, 2007. 312p.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e palavra. In: **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2477794/mod_resource/content/1/A%20construcao%20do%20pensamento%20e%20da%20linguagem.pdf. Acesso em: 05 jan. 2022.

ZÔMPERO, A. F.; PASSOS, A. Q.; CARVALHO, L. M. A docência e as atividades de experimentação no ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 43 • 54, maio 2012. Disponível em https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID174/v7_n1_a2012.pdf. Acesso em: 10 jan. 2022.

Recebido: 10.05.2023
Aprovado: 10.08.2023
Publicado: 22.08.2023