

UMA PERSPECTIVA TEÓRICA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA POR ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

José Ricardo e Souza Mafra¹

Pedro Franco de Sá²

RESUMO

O presente estudo discute uma perspectiva teórica possível, para o Ensino de Matemática por Atividades Experimentais (EMAE), na Educação Matemática. Assim, apresenta-se alguns apontamentos iniciais, visando a configuração de pressupostos de base, para estudos recentes, desenvolvidos ou em desenvolvimento, envolvendo o ensino por atividades experimentais, pautados na Teoria da Atividade (TA). Propõem-se uma configuração teórica, estabelecida com base na 2ª geração de TA e posteriores aperfeiçoamentos. Assim, defende-se um mecanismo possível de sustentação teórica, envolvendo interações, em atividades experimentais para o ensino de matemática, relacionados aos movimentos que preconizam diálogos e ações em um Sistema de Atividades Expansivas. Nesse sentido, a experimentação no ensino, se torna um vetor de composição e discussão para o campo educacional, a ser desenvolvida, na busca em entender e compreender o sentido dos conceitos, linguagem e estruturas matemáticas, associadas a diferentes situações e problemas propostos em uma atividade de ensino. Em síntese, apresentamos uma tese inicial, a ser confirmada ou não, em estudos futuros e em curso: a tese de que há uma *unidade de experimentação* (consciente e/ou inconsciente) presente em praticamente todas as abordagens e tendências em educação matemática, que levem em consideração, atributos e ações pedagógicas intencionais - para o *ensino* - e possíveis de ocorrerem, independente da configuração ou natureza das *atividades* propostas, em um dado espaço ou cenário de aprendizagem matemática.

Palavras-chave: Educação. Educação Matemática. Ensino de Matemática por Atividades Experimentais.

A THEORETICAL PERSPECTIVE FOR TEACHING MATHEMATICS THROUGH EXPERIMENTAL ACTIVITIES

ABSTRACT

The present study discusses a possible theoretical perspective for Teaching Mathematics through Experimental Activities (EMAE) in Mathematics Education. Thus,

¹ Doutorado em Educação. Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-3629-8959>. E-mail: jose.mafra@ufopa.edu.br

² Doutorado em Educação. Professor da Universidade do Estado do Pará (UEPA). Belém, Pará, Brasil. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-8986-2787>. E-mail: pedro.sa@uepa.br

some initial notes are presented, aiming at the configuration of base assumptions, for recent studies, developed or in development, involving teaching through experimental activities, based on the Activity Theory (AT). A theoretical configuration is proposed, based on the 2nd generation of AT and subsequent improvements. Thus, a possible mechanism of theoretical support is defended, involving interactions, in experimental activities for the teaching of mathematics, related to the movements that advocate dialogues and actions in an Expansive Activity System. In this sense, experimentation in teaching becomes a vector of composition and discussion for the educational field, to be developed, in the search to understand and understand the meaning of concepts, language and mathematical structures, associated with different situations and problems proposed in a teaching activity. In summary, we present an initial thesis, to be confirmed or not, in future and ongoing studies: the thesis that there is a unity of experimentation (conscious and/or unconscious) present in practically all approaches and trends in mathematics education, which take into account, attributes and intentional pedagogical actions - for teaching - and possible to occur, regardless of the configuration or nature of the proposed activities, in a given space or scenario of mathematical learning.

Keywords: Education. Mathematics Education. Teaching Mathematics through Experimental Activities.

UNA PERSPECTIVA TEÓRICA PARA LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA A TRAVÉS DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

2

RESUMEN

El presente estudio discute una posible perspectiva teórica para la Enseñanza de Matemática a través de Actividades Experimentales (EMAE) en Educación Matemática. Por lo tanto, se presentan algunas notas iniciales, con el objetivo de configurar los supuestos de base, para estudios recientes, desarrollados o en desarrollo, que involucran la enseñanza a través de actividades experimentales, basadas en la Teoría de la Actividad (AT). Se propone una configuración teórica, basada en la 2ª generación de AT y posteriores mejoras. Así, se defiende un posible mecanismo de sustento teórico, involucrando interacciones, en actividades experimentales para la enseñanza de las matemáticas, relacionado con los movimientos que preconizan diálogos y acciones en un Sistema de Actividad Expansivo. En este sentido, la experimentación en la enseñanza se convierte en un vector de composición y discusión para el campo educativo, a desarrollarse, en la búsqueda de comprender y comprender el significado de conceptos, lenguaje y estructuras matemáticas, asociados a diferentes situaciones y problemas propuestos en una enseñanza. actividad. En resumen, presentamos una tesis inicial, a confirmar o no, en estudios futuros y en curso: la tesis de que existe una unidad de experimentación (consciente y/o inconsciente) presente en prácticamente todos los enfoques y tendencias de la educación matemática, que toman en cuenta, atributos y acciones pedagógicas intencionales -para la enseñanza- y posibles de ocurrir, independientemente de la configuración o naturaleza de las actividades propuestas, en un determinado espacio o escenario de aprendizaje matemático.

Palabras clave: Educación. Educación Matemática. Enseñanza de Matemática a través de Actividades Experimentales.

INTRODUÇÃO

A atividade pode ser considerada um princípio explicativo - no desenvolvimento de ações educacionais e de ensino - cuja a base de organicidade e de operacionalização de eventos efetivos, em ambientes de aprendizagens, estejam pautadas na experimentação.

A noção de experimentação assumida para este trabalho, repousa na capacidade de ação e compreensão fornecida entre os participantes e características envolvidas em processos de aprendizagens, cuja a base de atitude, movimentos e processos envolvidos no saber/fazer educacional, permite estabelecer conectivos com o ensinar e o aprender. Do ponto de vista educacional, revela os mecanismos estruturantes para a configuração de processos que possam resultar em finalidades e objetivos propostos, em especial, os que estejam sendo estruturados e potencializados na educação matemática e, mais especificamente, no ensino de matemática por atividades experimentais (EMAE).

Diferentemente das bases epistemológicas associadas a escola empirista, o termo experimentação se distingue das bases que configuram uma concepção *unicamente* empirista. Assumimos uma concepção próxima ao que está estabelecido em Dewey (1959): a experiência gera mudança, reflexão e compreensão sobre algo ou alguma coisa, a qual se está estabelecido, de alguma forma interacional. Essa interação é permeada de sentidos, significados, descobertas e redescobertas.

Nesse sentido, o potencial de explicação de um dado fenômeno educacional, em uma perspectiva experimental, procura estabelecer pontes de conexões entre os fundamentos conceituais e teóricos estabelecidos nos conceitos e atributos matemáticos envolvidos em um dado evento. Assim, se entendermos a atividade como um pressuposto aceitável para a organização de princípios explicativos (YUDIN, 1978 in LEKTORSKY, 2019), com base no campo de conhecimentos matemáticos, estabelecido historicamente, seus fundamentos repercutem na composição de um repertório de possibilidades e potenciais metodológicos diversificados³.

³ Ver, por exemplo, o estudo desenvolvido por Brandemberg (2017).

Em adição, a perspectiva experimental, assumida neste trabalho, está relacionada com a capacidade de ação efetiva, com objetivos e propósitos bem definidos, do ponto de vista educacional. No limite, uma ação, de certa forma, é resultante de uma atividade, que por sua vez, é gerada em função de um fator de motivação, inquietação, questionamento ou a necessidade de resolução de um problema. Esta característica, doravante, denominada de unidade de experimentação, entendemos e supomos ser uma constante presente na quase totalidade das pesquisas e investigações em educação matemática.

Ademais, entendemos que uma atividade que se manifesta, quando da sua essência básica de proporcionar um princípio explicativo primeiro, apresenta a externalização de uma série de características e atributos, a partir de um conjunto de características de natureza psíquica e cognitiva. Este conjunto, nunca não fechado em si, mas, em uma constante dinâmica estabelecida em um repertório aberto de interações estabelecidas em um dado momento, evento ou contexto (um cenário educacional, por exemplo). Assim, essa externalização está diretamente relacionada com a capacidade de experimentação proporcionada, em uma situação ou problema estabelecido em suas bases iniciais.

Assim discorremos que, a preocupação ou indicativo de reflexão sobre as relações possíveis entre as aprendizagens e o desenvolvimento mental – característica importante nos estudos envolvendo a TA – passam pela necessidade de compreensão e entendimento dessas próprias relações e a constituição de um entrelaçamento estabelecido, a partir do momento em que a experimentação e dinâmica imprimida na organicidade que uma dada situação é proposta. Dessa forma é possível pensar no fornecimento ou não de elementos para a configuração de estruturas de experiências conceituais e discursivas, na busca de explicação de uma dada situação, evento ou fenômeno educacional.

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é apresentar alguns apontamentos teóricos iniciais, visando a configuração de pressupostos de base para estudos recentes, desenvolvidos ou em desenvolvimento, tendo

como base o Ensino de Matemática por Atividades Experimentais, fundamentado em uma configuração estabelecida pela Teoria da Atividade de 2ª geração e posteriores aperfeiçoamentos.

O artigo está dividido em três seções principais, além da introdução e considerações finais. A primeira seção trata de uma breve revisão teórica sobre os fundamentos e características principais da TA, bem como a compreensão do que seja o significado de atividade e de sistema de atividade, com as suas características intrínsecas e mecanismos de mobilidade e dinâmica, em uma dada situação, tendo em vista a configuração de um ciclo de atividades expansivas (aqui, denominadas de ApE) possíveis. A segunda seção apresenta uma proposta de configuração do ciclo de uma AeP aplicada ao EMAE e de que forma a configuração possível de uma dinâmica, para a sala de aula é possível, com base nas características e situações possíveis, em um ambiente de ensino. A terceira seção apresenta uma inferência, com base na hipótese inicial de que percebemos uma unidade de experimentação, como uma característica constante e intrínseca a quase totalidade das iniciativas, abordagens e tendências para a educação matemática. Assim, formulou-se conjecturas, no sentido de que seja possível a confirmação ou não dessa hipótese, nas investigações atuais e em curso, em desenvolvimento ou em ser, pelos respectivos autores.

5

BASES TEÓRICAS DE FUNDAMENTAÇÃO PARA O EMAE: a noção de atividade e de sistema de atividade

Pode-se entender a atividade, como um princípio explicativo, mas também como um objeto de investigação, capaz de fornecer indícios e hipóteses de soluções, em uma dada situação. Para Leontiev (1971), a atividade é concebida, a partir de uma “unidade fundamental”, pré-concebida como um organismo, não apenas, no sentido do que ele faz, em termos de sua capacidade de existir e permanência, mas também, na capacidade de estabelecer interações possíveis entre os organismos, base de existência da própria atividade, ou seja, sua constituição e composição é a própria finalidade da atividade.

Leontiev (2004), investigou a relação entre **significado** e **sentido** na atividade humana. Para ele, o significado é a generalização da realidade, consolidada em forma de objetivações e abstrações, elaboradas historicamente. Por sua vez, o sentido é a relação estabelecida entre o objetivo e o motivo suscitado em uma ação ou atividade humana.

Leontiev deixa claro em seus escritos (LEONTIEV, 1998), que a noção de sistema está relacionada com a dialética estabelecida em um sistema de desenvolvimento, humano, cuja a atividade é emergente e inevitável.

Seus pressupostos compuseram a formulação inicial e posterior da Teoria da Atividade (TA) e - juntamente com os estudos de Lev Vygotsky (1997, 2007) - as bases filosóficas e teóricas estruturantes surgem, com ênfase na gênese histórico-cultural situada no momento e no contexto político revolucionário, no início do século XX. A forte influência marxista e hegeliana que caracterizava a TA, apresenta uma tentativa de superar as pesquisas e filosofias de forte apelo “causa e consequência”, base de explicações, consideradas reducionistas e estruturantes, na época, pautadas na dualidade “mente-corpo”.

Embora, estudos mais recentes, apresentem uma perspectiva epistemológica, para além da unicidade da escola Vigotskyniana, a partir da existência de diferentes escolas de pensamento⁴, a TA, em suas formulações iniciais organizou seus pilares de sustentação com base na Teoria Histórico-Cultural⁵, desenvolvida por Vygotsky e colaboradores⁶, seguido de um completo desdobramento, em termos de pesquisas e investigações, geradas em diferentes áreas de conhecimento, desde a psicologia e estudos linguísticos, chegando até a cibernética e a neurociência.

⁴ Ver, por exemplo, o excelente estudo realizado por SHUARE (2017).

⁵ Considerando que estamos propondo a Teoria da Atividade, na perspectiva das atividades expansivas, proposta por Engeström, como um fundamento teórico possível para este trabalho e, sendo que este autor utiliza em seu texto o termo Escola Histórico-Cultural (ENGESTRÖM, 1987), optamos por empregar a denominação Teoria Histórico-Cultural, a mais apropriada em decorrência dessa corrente psicológica que explica o desenvolvimento humano com base no materialismo histórico-dialético (LIBÂNEO, FREITAS, 2007; DUARTE, 1996).

⁶ Muitos estudiosos da Teoria Histórico-Cultural procuram afastar a teoria de Vygotsky dos demais autores da psicologia soviética, especificamente dos seus colaboradores mais próximos, Leontyev e Luria (DUARTE, 2011). Frequentemente, Vygotsky é retratado como um acadêmico que criou sozinho a Teoria Histórico-Cultural e a menção aos seus colaboradores são citadas muito superficialmente, tal como em Veer e Valsiner (2009).

Os pressupostos básicos da TA, partem do pensamento inicial de Vygotsky e envolvem questões e discussões registradas em sua literatura, sobre a compreensão das relações entre a mente, a cultura e a sociedade. Como estas relações estabelecidas fornecem elementos de substratos de pensamento, produção de conhecimento e atividade de cognição, de forma a suscitar ou ativar aquilo que Vygotsky denominou de funções psicológicas superiores (VYGOTSKY, 2007). Tais funções, tem um caráter significativo em suas teorias iniciais, como mecanismos de ativação cognitiva, localizadas em “Zonas de Desenvolvimento Proximal”. Por sua vez, estes mecanismos de ativação, suscitariam as interações produzidas e consequentes, permitindo externalizar os significados e significantes através de relações de comunicações possíveis (linguagens), refletidas em símbolos ou signos, a partir de uma espécie de relação não direta com o meio, mas sim, mediada, cuja a componente semiótica⁷ é fundamental (WERTSCH, 1985).

Vigotski (2007), afirma que as variáveis estabelecidas, em termos de comportamento, são estritamente determinadas por estímulos provenientes do meio social e cultural. Dado que essa dicotomia entre o social e cultural, pode ser considerada um enlace muito mais profundo do que uma simples relação. Revela um entrelaçamento, estabelecido através de diferentes manifestações operativas, em que o signo representa um elemento fundamental para as aspirações e finalidades diversas, dado o conjunto de fatores e variáveis pertinentes e existentes, na sociedade.

Estas variáveis e pressupostos estabelecidos nas primeiras formulações da TA, fornecem um parâmetro de discussão necessário, para a compreensão das relações de aprendizagens possíveis e o desenvolvimento cognitivo de estudantes, cuja base de interação é algo evidente, nos escritos de Vigotski (2007). Para ele, o aprendizado está, de certa forma, entrelaçado ao desenvolvimento, e que tais conexões começam bem antes da frequência às instituições de ensino, suscitando “zonas” de aproximação ou de

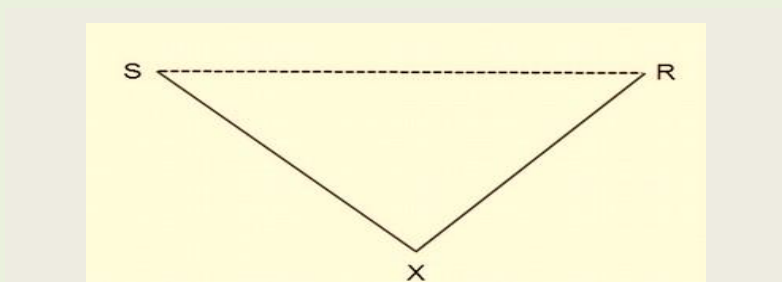
⁷ Trata da ciência dos signos, a qual tem a linguística com um dos seus ramos. É empregado aqui porque Vygotsky preocupou-se tanto com os signos linguísticos quanto com os não linguísticos (WERTSCH, 1985).

distanciamento, conforme as situações (não apenas as de ensino) se apresentam aos estudantes.

As conexões e relações estabelecidas nestas zonas e externalizadas, nas situações propostas, fornecem um elemento importante na TA. Assim, a noção de mediação, como um mecanismo de ação individual, dentro de uma atividade coletiva, se estrutura na forma de relações possíveis de comunicação, tornando-se essencial para entendermos as possíveis conexões em um dado sistema de atividade possível.

É importante destacar que Vygotsky não se referia ao termo **atividade** em seus trabalhos iniciais e que a concepção inicial de mediação, estava estabelecida, a partir de um modelo generalizante, que pode ser visualizada no modelo triangular da Figura 1 (VIGOTSKI, 2007).

Figura 1 – A noção de mediação



Fonte: Vigotski (2007, p. 33).

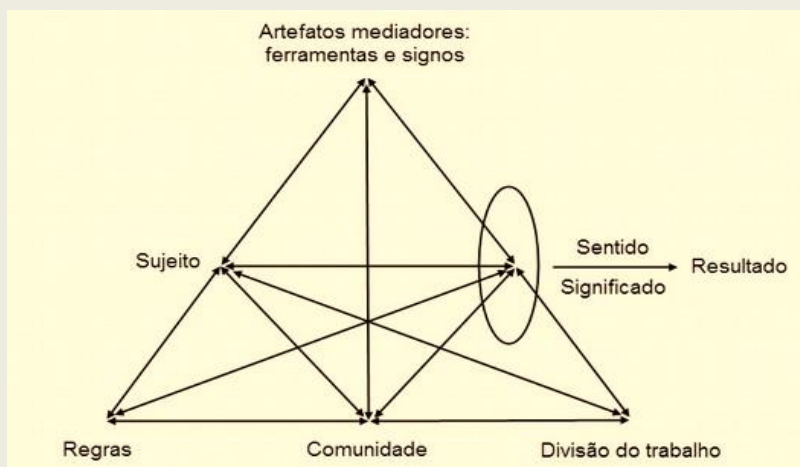
Na concepção inicial de Vigotsky e, considerando a ação individual e única de um ser humano, uma ação (independente de sua natureza e motivação) suscitada, temos **S** que representa o estímulo, **R** representa a resposta e **X**, o elo intermediário, o signo.

Em que pese as limitações do modelo inicial, pautada em uma unidade analítica individual, Leontiev, assim como outros pesquisadores soviéticos, desenvolveram modelos mais sofisticados e complexos, de forma a atender diferentes necessidades de compreensões das estruturas envolvidas, por exemplo, em um sistema de atividade coletivo de explicação e de produção de conhecimento (LEONTIEV, 2009).

Um conjunto de teorias provenientes da TA, foi proposto por Engeström, a partir de 1987, de forma a expandir o esquema inicial desenvolvido por Vygotsky e Leontiev, em busca de representações e explicações que

pudessem ser confirmadas em experimentações futuras. A expansão da representação triangular da ação procurou representar os componentes sociais/coletivos, acrescentando outros elementos possíveis de serem atribuídos, além das interações existentes, conforme podemos ver na Figura 2.

Figura 2 – Modelo da Teoria da Atividade de segunda geração



Fonte: Engeström (1987, p. 94).

Nesta configuração, o **sujeito** desenvolve uma ação sobre o **objeto** de tal maneira que as mudanças ou transformações provenientes, tenham sido causadas ou estimuladas, através daquilo que se denomina **artefatos mediadores**. Assim, o sistema de atividade, procura ser descrito, com a finalidade de obtenção de **resultados**, tomando a concepção de uma unidade expansiva coletiva (incorporado ao sistema de atividade), em que a posição do **sujeito** é correlacionada às **regras** do sistema. As atividades individuais e coletivas (**comunidade**), provenientes, de uma dada situação específica, são organizadas, através da **divisão do trabalho**, de forma a alcançarem o resultado (ou resultados) esperados.

Um aperfeiçoamento do modelo inicial proposto por Engeström, estabelece múltiplas perspectivas em termos de interação, envolvendo diferentes sistemas de atividades, denominado de **aprendizagem expansiva** (ApE), conforme Engeström (1987). A configuração de um sistema de atividade, com base nessa estruturação, envolve a sistematização de uma

metodologia ou procedimento, para investigar novas perspectivas de aprendizagens, em um local ou cenário de aprendizagem.

Nessas condições é possível pensar em uma unidade expansiva, cujo o somatório de ações individuais e a adição do repertório de possibilidades envolvendo sentidos e significado, em busca de resultados, promove uma espécie de unidade e atividade coletiva.

Para Engeström (1999), o desenvolvimento expansivo admite um processo de internalização e externalização no contexto da coletividade e, por essa razão, ele estabelece um parâmetro de similitude entre os ciclos de aprendizagem expansiva à Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky no âmbito individual. Assim, o ciclo de aprendizagem expansiva baseia-se, em um *continuum expansivo* envolvendo abstrações, formalizações, conjecturas, hipóteses, tensões e contradições, característicos de um sistema de atividade, cuja direção é a coletividade dos participantes envolvidos no sistema, na/para a busca de um dado resultado ou significado.

UMA PERSPECTIVA TEÓRICA E EXPERIMENTAL PARA O ENSINO POR ATIVIDADES

Ao analisar a estrutura apresentada na Figura 2, pode-se pensar nas ações evidenciadas, com vistas a propósitos educacionais. Em relação a educação matemática, o ensino de matemática por atividades experimentais (EMAE) tem se destacado nos últimos anos como uma possibilidade de implementação, com base em características que fornecem elementos relacionais, bem característicos e semelhantes com a TA, em que a visualização, experimentação, simulação e demonstração de atividades matemáticas, podem ser organizadas como fatores potenciais de favorecimento na formulação de hipóteses, conjecturas e o desenvolvimento da produção de conhecimentos educacionais relacionais aos objetos matemáticos. Esses encaminhamentos, com base em uma proposta de ensino da matemática por atividades experimentais, permitiriam pensarmos em diretrizes iniciais, que pudessem dar conta de um efetivo trabalho em ambientes educacionais.

Mendes e Sá (2006), apresentam situações em que seja possível pensarmos encaminhamentos vinculantes e procedimentais, para o ensino,

com base em ações potencializadas. Seriam diretrizes, tomando como base elementos característicos de aprendizagem, configuradas, por exemplo, em uma atividade que permita o auxílio à interpretação, a compreensão e o desenvolvimento de habilidades e capacidades de expressão gráfica e/ou simbólica.

Nessa perspectiva, situamos o desenvolvimento e a produção de atividades experimentais - tanto individual como em grupo - em um cenário educacional que permita fornecer e despertar iniciativas de aprendizagem, com base no encaminhamento de propostas, atividades ou situações de ensino, em uma perspectiva de observação, colaboração e tratamento de informações diversas.

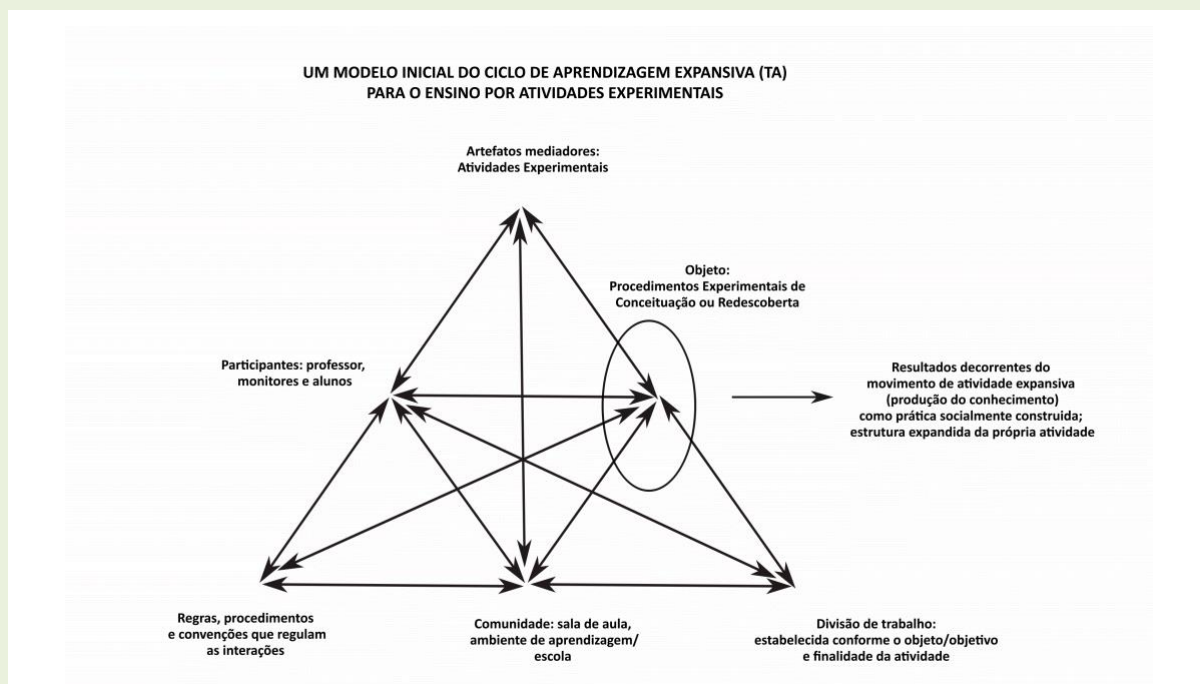
Com base nestas considerações, diferentes possibilidades podem ser pensadas para uma aula envolvendo o ensino de matemática por atividades experimentais (SÁ, 2019). Situando tais possibilidades com os propósitos deste artigo, uma aula envolvendo o EMAE pode ser realizada através de uma *atividade de conceituação* (está relacionada ao reconhecimento de um determinado conceito matemático numa situação vivenciada, em que, uma vez identificado o conceito, a atividade também visa a sua apuração para que o aprendiz obtenha um entendimento mais profundo dele) ou de uma *atividade de redescoberta* (diz respeito as possíveis inferências e articulações de novos conhecimentos, pelo aprendiz, com base em ações exploratórias visando o relacionamento de um novo conceito com outros conceitos da sua base cognitiva, ou seja, seus conhecimentos anteriores).

Um encaminhamento proposto, relacionado ao ensino de matemática por atividades experimentais (EMAE), pode ser formalizado com base em uma estrutura que possa contemplar as situações possíveis evidenciadas nos pressupostos do ensino, por exemplo, através de atividades de conceituação ou de redescoberta, configurando assim, uma aprendizagem expansiva.

Estas atividades assim, teriam os seguintes momentos, com base no EMAE: organização, apresentação, execução, registro, análise e institucionalização (SÁ, 2020). Como consequência dessa abordagem, os alunos podem, juntamente ao professor e demais integrantes do sistema de

atividade, planejar e implementar um novo modelo que possa ambientar possibilidades de uso efetivo do EMAE, com base nos momentos apresentados anteriormente, conforme a Figura 3 sugere.

Figura 3 – Modelo sugestivo do ciclo de ApE (TA) para o EMAE



Fonte: Adaptado de Engeström (2002, p. 195).

Engeström (2002), sustenta que tais encaminhamentos deslocam uma sucessão de eventos, de forma a possibilitar os alunos a aprender algo, através de uma situação didática em vias de desenvolvimento. Uma proposta de um modelo alternativo de aprendizagem, com base no EMAE, tal como o sugerido no esquema apresentado acima, projeta um sistema alternativo de ambientações, em que se procura redefinir o objeto ou finalidade da atividade, situando o mesmo, a partir de um artefato mediador que possibilite enfatizar a experimentação, como um princípio fundamental processual, para a produção de um resultado válido. Nessas condições, é importante esclarecer que uma atividade que emerge de um sistema, através de um esforço coletivo, que possa integrar os envolvidos no sistema é passível de ocorrência de diferentes eventos, sentidos e possibilidades em um *continuum* expansivo.

Assim, os momentos estabelecidos no EMAE e sua relação com os vértices do triângulo, no sistema de atividade expansiva (ApE), apresentado na Figura 3, estariam relacionados dessa forma:

<i>Momentos do EMAE</i>	<i>Sistema de Atividade (APE)</i>
Organização	Participantes
Apresentação	Comunidade
Execução	Artefatos mediadores/Divisão de trabalho
Registro	Regras e procedimentos
Análise	Objeto
Institucionalização	Resultados

Com base, nos pressupostos assumidos, para este trabalho, compreende-se que, conforme as características advindas do materialismo histórico-dialético, o Homem não é um produto apenas da sua própria evolução biológica, mas decorre também do seu desenvolvimento estar imbricado em sua própria dinâmica histórica e cultural, com base em uma prática socialmente referenciada e constituída. Nesse sentido, espera-se que os processos e eventos gerados - através de mecanismos de mediação disponíveis - sejam suscitados, a medida em que as etapas de resolução de uma situação proposta, forneçam características para o desenvolvimento do conhecimento e a ativação/estímulo das funções psicológicas superiores, conforme Vigotski (2007).

Assim, esses encaminhamentos catalisam as características de mediação refletida em um sistema de símbolos, bem como a posterior produção de resultados e representações simbólicas, durante a realização da atividade.

Do ponto de vista educacional, pensar nessa perspectiva, está próximo do que chamamos de "sujeito" e "objeto", em relação aos processos estabelecidos em cenários diversos, mas que, para além dessa dicotomia, o modelo sugestivo do ciclo de ApE (TA) para o EMAE, possibilita a configuração de um possível sistema de aprendizagem, pautado em um sistema dinâmico e em permanente movimento. Assim, levando em consideração a organização de um sistema de representações e significados capazes de

fornecer explicações satisfatórias - que poderia ser estabelecida em uma perspectiva de um sistema em desenvolvimento – entendemos que o ciclo de atividades expansivas para o EMAE, se constitui em uma permanente mutação, cuja a relação entre atividade e reflexão é essencial e necessária, para o desenvolvimento das atividades e situações matemáticas propostas aos aprendizes. Estas características em forma de pressupostos, é o que, de certa forma, Vygotsky preconizou, em seus estudos iniciais: o sistema sujeito-atividade-objeto.

O EMAE E A (QUASE) UNICIDADE DA NOÇÃO DE EXPERIMENTO EM EDUCAÇÃO

Ao apresentarmos alguns pressupostos iniciais sobre o EMAE, é possível admitir que o desenvolvimento de uma atividade, consiste em estabelecer e resolver contradições ou paradoxos que surgem, no momento em que uma dada situação de ensino é situada. Uma ação educacional, nesse sentido, não fornece apenas movimentos de avanços e retrocessos lineares. Indica uma transformação e uma dinâmica de compreensão mais apurada a medida em que sucessivas situações (experimentais) são realizadas. O avanço e o retrocesso, ao que parece são apenas características internas aos movimentos que são organizados, com base em uma situação proposta (HEGEL, 1971) e que configuram um caminho possível, a partir de suas estruturas organizacionais internas e específicas.

Conforme Dewey (1979) assevera, o que se constitui como um substrato aceitável, para o que se compreende como conhecimento, tem haver com a compreensão das informações presentes em um dado material ou sistema simbólico. Em adição, as componentes que fazem parte da informação a ser apreendida, por exemplo, em um Sistema de Atividade, tem haver com as relações mútuas que são desencadeadas e acompanhadas de uma permanente reflexão sobre o sentido do que se é estudado ou em vias de aprendizagem.

Nesse sentido, os indicadores estabelecidos e informados anteriormente, apresentados na Figura 3, configuram uma dinâmica possível envolvendo as características intrínsecas aos componentes do sistema, bem

como o seu comportamento perante as situações possível previstas. Além disso, os componentes inerentes ao sistema ordenam uma atuação coletiva, em um ambiente educacional, com base nas interações possíveis. No contexto da educação matemática, o nível de interação possível, está diretamente relacionado com os movimentos decorrentes das situações matemáticas propostas e que, por sua vez, convergem para a busca de uma produção de conhecimento possível, envolvendo o nível de atividade matemática esperado pelos estudantes, quando das resoluções e explicações das situações propostas.

Uma possível interação interna e externa existente, nas atividades experimentais, está relacionada com os movimentos externos que preconizam diálogos e ações com base no que se quer obter, como por exemplo, registros simbólicos e cooperação educativa entre alunos, e movimentos internos e intrínsecos às funções psicológicas superiores e de cognição, cuja a capacidade de abstração, compreensão conceitual e de argumentação, é o que se espera obter, quando da busca de uma autoconsciência, para o que desenvolvemos ou desejamos desenvolver, do ponto de vista educacional.

Assim, com base na representação da ApE para o EMAE, a interface entre a atividade e a ação, é a caracterização como uma indicação da noção de experimento, a partir do momento em que consideramos seu entendimento, com base em um sistema integrativo, formado por diferentes componentes interconectados e que ultrapassam uma ação meramente controlada, diretiva e protocolar.

Em outras palavras, a perspectiva de uma experimentação efetiva, parte do princípio de que seja possível a busca por respostas à uma dada hipótese ou conjectura formulada, mas que esteja relacionada e conectada com ações cognoscentes e integrantes de um sistema de atividade expansiva, não fechado, e que seja capaz de dialogar com seus constituintes. Dessa forma, a seta informada na Figura 3, que representa o movimento da atividade expansiva, com base nos resultados decorrentes, pode fornecer

possibilidades múltiplas de explicações, compreensões e entendimentos, independente da natureza de seus constructos e estruturas constituintes.

Nesse sentido, podemos caracterizar a Atividade Experimental (AE), como uma formulação ou uma estrutura que é constituída a partir de princípios e elementos integrantes e que constituem um mecanismo de diretriz, que possa fornecer um indicativo de objetivo definido e preciso. A multiplicidade de processos e possibilidades de organização de propostas envolvendo o Ensino por Atividades Experimentais, em um sistema de ações possíveis, pode fornecer um caleidoscópio de representações, explicações, interpretações e possibilidades de entendimentos, em situações de ensino a serem propostas.

Assim, entendemos ser esse sistema de atividade um aspecto evidente e central nas atividades experimentais, presentes em situações didáticas, evidenciadas quando do estudo e compreensão dos objetos matemáticos e das estruturas que integram os mesmos.

Trabalhos em curso, tais como os de Silva (2022), que investiga as interfaces envolvendo os pressupostos da Análise de Modelos e o EMAE, em uma perspectiva de atividade docente, com professores em formação e o de Santos (2022), cuja a configuração de pesquisa, relaciona uma interlocução entre o Pensamento Computacional e as Tecnologias Digitais, agregando discussão aos processos de formação inicial, em um curso de licenciatura, fornecem um indicador de utilização e sistematização de resultados, com base na sustentação teórica, aqui proposta.

Além disso, trabalhos já produzidos, tais como o de Sá (2020), apresenta - com base nos pressupostos da TA e colaboradores - indicadores de sustentação e argumentação, para as ideias aqui formuladas. Para o autor:

o ensino de matemática por atividade experimental é um processo didático desenvolvido por meio da realização de tarefas, envolvendo material concreto ou ideias, elaboradas pelo professor com objetivo de levar estudantes ao encontro com um conhecimento/conteúdo matemático específico após a realização da tarefa, do registro de resultados, análise e elaboração de reflexões sobre os resultados obtidos que culmina com a sistematização ou institucionalização de um conteúdo matemático (SÁ, 2020, p.155).

Considerando assim, uma perspectiva ou tendência possível, para a configuração de estudos e investigações para a Educação Matemática.

O suporte teórico advindo da justificação filosófica associada a uma dada teoria, no caso a TA, em particular ao caráter experimental das atividades de ensino, aponta uma majoritária convergência de procedimentos metodológicos, centrados na atividade, na qual o aluno se torna um agente ativo na/da própria construção/elaboração social do conhecimento (FOSSA, 2020). Assim, ao tratarmos estas considerações, sem nos deixar levar por uma questão reducionista de possibilidades, mas, ao contrário, percebermos uma unidade capaz de apresentar uma característica constante, nas ações pedagógicas que realizamos, estamos, de certa forma, conjecturando de que as premissas aqui apresentadas encontram confirmação possível, em um espaço ou cenário de aprendizagem capaz de apresentar processos de encaminhamentos válidos, de resolução de propósitos e objetivos com sentidos possíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos este artigo, com base em uma reflexão de como o pensar fornece uma perspectiva de atividade permanente, aos processos e movimentos de ações possíveis, rumo à uma aprendizagem satisfatória. A configuração de situações possíveis, de forma que a utilização das AE, durante o desenvolvimento do processo de ensinar, permite apresentar processos de encaminhamentos diversos ao professor, pressupondo situações tais como, por exemplo, a descoberta de propriedades e padrões de registros. Assim, um indicativo de constituição de conhecimentos seria possível, a partir do momento em que as aprendizagens intelectuais, revestidas de suas respectivas informações, se torna compreensível (DEWEY, 1979), o que transcende ao fato de que, uma constante reflexão do que seja o contexto - daquilo que é estudado - projeta um sentido, para a busca de significados, entendimentos e compreensões diversas.

Fichtner (1998), argumenta que o potencial da escola de pensadores da Teoria Histórico-Cultural (THC), está estabelecido em três conceitos básicos: filosófico, ciência ou conhecimento individual e outro de característica pedagógico-prático e que, por sua vez, são interconectados. Esta interface, tem por base uma ação dialética entre variáveis e eventos conexos, caracterizando um princípio de atividade experimental, possível de ocorrência, em um dado momento, tal como a proposta aqui apresentada.

Nesse sentido, a experimentação se torna um vetor de composição para as atividades a serem desenvolvidas, na busca em entender e compreender o sentido dos números e da linguagem matemática associada a diferentes situações e problemas propostos, ou seja, há uma *unidade de experimentação* (consciente e/ou inconsciente) presente em praticamente todas as abordagens e tendências em educação matemática, que levem em consideração, atributos e ações pedagógicas intencionais - para o ensino - e possíveis de ocorrerem, independente da configuração ou natureza das atividades propostas, em um dado espaço ou cenário de aprendizagem matemática.

Todavia, tal afirmação carece de maior sustentação e validação, com base em uma perspectiva possível de investigações futuras e necessárias, tendo por base, um conjunto de características e circunstância propícias às situações a serem propostas para o EMAE e o ciclo de atividades expansivas aqui proposto. Estes encaminhamentos podem ser desenvolvidos e dimensionados, tendo por base uma epistemologia alternativa, tal como a proposta neste artigo.

REFERÊNCIAS

BRANDEMBERG, J. C. História e ensino de Matemática. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 16-30, 2017. DOI: 10.24065/2237-9460.2017v7n2ID298. Disponível em: <<http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/298>>. Acesso em: 12/04/2022.

DEWEY, J. **Como pensamos**. 4 ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DEWEY, J. **Democracia e Educação**. São Paulo: Ed. Nacional, 1959.



DUARTE, N. A escola de Vigotski e a educação escolar: algumas hipóteses para uma leitura pedagógica da psicologia histórico-cultural. **Psicologia USP**, v. 7, n. 1-2, p. 17–50, 1996. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/psicousp/article/view/34531>>. Acesso em: 23/02/2022.

DUARTE, N. **Vigotski e o “Aprender a aprender”**: crítica as apropriações neoliberais e pos-modernas da teoria Vigotskiana. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding**: an activity-theoretical approach to developmental research. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy, 1987.

ENGESTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformation. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI-GITAI, R.L. (Ed.). **Perspectives on Activity Theory**. New York: Cambridge University Press, 1999.

ENGESTRÖM, Y. Non scolae sed vitae discimus: Como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, H. (Ed.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

FICHTNER, B. **Activity Revisited as an Explanatory Principle and as an Object of Study** - Old Limits and New Perspectives. University of Aarhus, Denmark, 1998.

FOSSA, J. A. Algumas considerações teóricas sobre o ensino de matemática por atividades. **Revista REMATEC**, ano 15, n. 35, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2020.n15.p10-26.id283>>. Acesso em: 12/01/2022.

HEGEL, G. W. F. **Wissenschaft der Logik, Teil 2**. Hamburg, Germany: Meiner, 1971.

LEKTORSKY, W. The Activity Approach in Soviet Philosophy and Contemporary Cognitive Studies. In: LEKTORSKY, W.; BYKOVA, V. **Philosophy Thought in Russia in the Second Half of the Twentieth Century**. London, UK: Bloomsbury Publishing, 2019.

LEONTIEV, A. N. **Probleme der Entwicklung des Psychischen**. Berlin: Volk und Wissen, 1971.

LEONTIEV, A. N. The forms of existence of meaning. **Journal of Russian and East European Psychology**, 1998.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2004.

LEONTYEV, A. N. **Activity and Consciousness**. Pacífica, CA: Marxists Internet Archive, 2009.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. da M. Vygotsky, Leontiev e Davídov: contribuições da teoria histórico-cultural para a didática. **Didática e interfaces**. Rio de Janeiro: Deescubra, 2007.

MENDES, I.A.; SÁ, P.F. **Matemática por atividades**: sugestões para a sala de aula. Natal: Flecha do Tempo, 2006.

SÁ, P.F. **Possibilidades do ensino de matemática por atividades**. Belém: SINEPEM, 2019.

SÁ, P.F. As atividades experimentais no ensino de matemática. **Revista REMATEC**, ano 15, n. 35, 2020. Disponível em: <<https://www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/290>>. Acesso em: 22/02/2021.

SANTOS, G. P. **O pensamento computacional e as tecnologias digitais como uma base de ação epistemológica na formação inicial de professores**. Projeto de pesquisa. Programa de Pós-graduação na Amazônia (PGEDA). Doutorado em Educação em Rede, 2022.

SILVA, F. R. **Base de Estudos Educacionais em Matemática**: articulando pressupostos da Análise de Modelos e referenciais de TDIC fundamentados no Ensino por Atividades Experimentais. Projeto de pesquisa. Programa de Pós-graduação na Amazônia (PGEDA). Doutorado em Educação em Rede, 2022.

SHUARE, M. **A psicologia soviética**: meu olhar. São Paulo: Terracota editora, 2017.

VEER, R. V. D.; VALSINER, J. **Vygotsky**: uma síntese. 6. ed. São Paulo: Loyola, 2009.

VYGOTSKY, L. S. The historical meaning of the crisis in psychology: a methodological investigation. In: RIEBER, W. W. J. (Eds.). The collected works of L.S. Vygotsky. **Problems of the theory and history of psychology**, Vol. 3. New York: Plenum Press, 1997.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1985.

Recebido em: 09 de junho de 2022.
Aprovado em: 28 de agosto de 2022.
Publicado em: 11 de janeiro de 2023.

