

## **Análise de uma formação continuada de professores da área de ciências e matemática na perspectiva da teoria da atividade**

**Adriana de Oliveira Días<sup>1</sup> e Celina Aparecida Almeida Pereira Abar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Alto Araguaia, Brasil, (adrianadias@unemat.br). <sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo, Brasil, (abarcaap@pucsp.br)

**Resumo:** Neste estudo, analisamos uma formação continuada, realizada de forma remota com professores de uma escola pública do Estado de São Paulo, para a construção de documentos docentes orientada pela Abordagem Documental do Didático-ADD, e examinada sob a perspectiva da Teoria da Atividade. Durante o período de formação, identificamos três sistemas de atividades que se relacionam entre si: sistema de atividade da organização escolar, sistema de atividade de pesquisa e sistema de atividade de formação, e procuramos localizar as contradições ocorridas entre os sistemas ou internas a alguns deles, bem como analisar as possíveis expansões ocorridas no desenvolvimento da formação. A atividade de formação em geral é fruto de uma necessidade que, para ser realizada, estabelece objetivos, desencadeia ações, usa instrumentos, operacionaliza ações e tem seus resultados desejados avaliados. Em certa medida, esses movimentos estão comprometidos com o desenvolvimento profissional, de modo que foi possível concluir que os professores envolvidos na formação continuada tiveram um movimento de expansão na escolha de seus recursos e criação de seus documentos de ensino.

**Palavras-chave:** formação continuada, recursos, abordagem documental do didático, teoria da atividade.

**Title:** Analysis of continuing education for science and mathematics teachers from the perspective of activity theory

**Abstract:** In this study, we analyzed continuing education, carried out remotely, with teachers from a public school in the State of São Paulo, for the construction of teaching documents guided by the Documental Approach to Didactics-ADD, and analyzed from the perspective of the Activity Theory. We identified three activity systems that relate to each other during the training period: school organization activity system, research activity system, and training activity system. We tried to identify the contradictions that occurred between the systems or internal to some of them and to analyze the possible expansions that occurred in the development of the formation. The training activity in general is the result of a need that, in order to be realized, establishes objectives, triggers action, uses instruments, operationalizes actions and has its desired results evaluated. To some extent, these movements are committed to professional development. It was possible to conclude that the teachers involved in

continuing education, had an expansion movement in choosing their resources and creating their teaching documents.

**Keywords:** continuing education, resources, teaching document, activity theory.

### **Introdução**

Foi desenvolvida, de modo remoto, uma formação continuada, para a construção de documentos docentes orientada pela Abordagem Documental do Didático-ADD (Gueudet e Trouche, 2015), com seis professores de uma escola pública da rede estadual de ensino do município de São Paulo, e analisada segundo a Teoria da Atividade (Engeström, 2014).

Com o objetivo de contribuir para a formação continuada de professores no que diz respeito ao ensino de ciências e matemática, com ênfase na integração de tecnologia educacional, em particular o uso do *software* GeoGebra como ferramenta potenciadora de novas ideias, a formação viabilizada pela plataforma *Teams da Microsoft*, no contexto que envolveu um trabalho colaborativo entre professores na construção de seus documentos. Tanto a escola, por meio da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, quanto as proponentes do projeto, por meio da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), têm acesso à plataforma *Teams*.

Neste trabalho, consideramos, no contexto de uma formação de professores, em tempos de pandemia, as ações que podem ser realizadas na criação ou adaptação de recursos utilizando o *software* GeoGebra na construção documental do docente. Para isso, aplicamos a Teoria da Atividade para identificar as contradições ocorridas entre os sistemas de atividades e verificamos as possíveis expansões ocorridas no desenvolvimento da formação.

Outros autores como Chye *et al.* (2019), Kim (2022), Sebalo e Teslenko (2020), Campos, Hopkins e Quaynor (2020) e Laudari e Maher (2019) desenvolveram pesquisas envolvendo formação de professores e utilizaram a TA como base teórica para suas análises.

Assim como neste trabalho Chye *et al.* (2019) analisa uma formação de professores para o uso de tecnologias, em particular portfólio eletrônico, identificando as contradições que ocorrem. Kim (2022) segue a mesma temática e se concentra em aprendizagem de línguas assistida por computador. Em ambas as pesquisas foi possível identificar que houve expansões no desenvolvimento da formação.

Para coleta de dados, utilizamos os vídeos das reuniões da formação continuada gravados na plataforma *Teams*, as trocas de mensagens via grupo no *WhatsApp*, criado para facilitar a comunicação, a troca de materiais relevantes para o trabalho, assim como os materiais enviados pelos professores participantes, além de entrevistas realizadas e gravadas via plataforma *Zoom*.

Na primeira fase, que compreendeu o período de julho de 2020 a maio de 2021, foram realizados os encontros de formação continuada e coletados os materiais fornecidos pelos professores. Entre maio e agosto de 2021

realizamos entrevistas com os professores. Além disso, em maio de 2021, um dos professores realizou a aplicação de aulas utilizando o documento produzido e compartilhou algumas reflexões a respeito. A partir de agosto de 2021 até dezembro de 2022, os contatos foram mais pontuais, por meio de mensagens via *WhatsApp*.

Entre os principais resultados encontrados, verificou-se que as contradições ocorridas nos sistemas de atividade levaram os sujeitos envolvidos na formação continuada a um movimento de expansão na escolha de seus recursos e criação de seus documentos de ensino.

A situação de pandemia e a adaptação às aulas remotas obrigaram os professores a uma nova atuação docente, o que pode ser verificado pela evolução no ciclo expansivo (Engeström, 2014) e durante o período da formação continuada.

### Fundamentação Teórica

A Teoria da Atividade histórico-cultural teve início nas décadas de 1920 e 1930 com Lev Vygotsky, sendo elaborada por seu discípulo Alexei Leontiev (1978, 1981). Segundo Engeström (1996), a Teoria da Atividade evoluiu por meio de três gerações de pesquisa. A primeira geração surge como corrente teórica nos estudos de Vygotsky (1978) e teve como principal contribuição o conceito de "mediação". A ideia de mediação cultural de ações costuma ser expressa como a tríade: sujeito, objeto e artefato mediador.

A inserção de artefatos culturais em ações humanas era revolucionária, no sentido de que a unidade básica de análise agora superava a cisão entre o indivíduo cartesiano e a estrutura intocável da sociedade. O indivíduo não podia mais ser compreendido sem o seu meio cultural, e a sociedade não podia mais ser compreendida sem a agência de indivíduos que usam e produzem artefato (Engeström, 2013, p. 69).

Centrada nas ideias de Vygotsky, surge a segunda geração elaborada por Leontiev (1978, 1981), que via como uma limitação a unidade de análise permanecer centrada no indivíduo. Para ele, existia uma diferença crucial entre uma ação individual e uma atividade coletiva, representada na Figura 1.

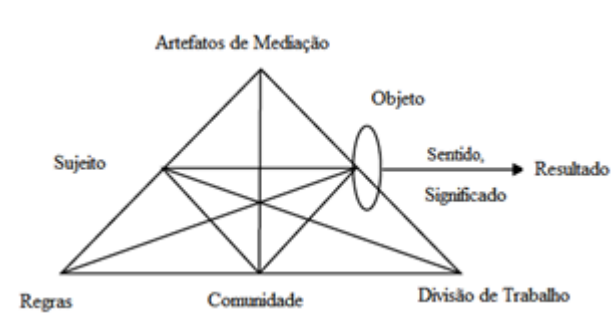


Figura 1. Modelo geral de um sistema de atividade. Adaptado por Engeström (1987, p. 78).

O triângulo superior na Figura 1 expressa a ideia da mediação cristalizada no famoso modelo triangular de Vygotsky (1978, p. 40) que incluía apenas sujeito, objeto e artefato mediador. Observando a Figura 1 como um todo,

é possível verificar que, na segunda geração, o objeto é representado por uma forma ovalada, indicando que as ações orientadas para o objeto, segundo Engeström (2013, p. 70), "são sempre, explicita ou implicitamente, caracterizadas por ambiguidade, surpresa, interpretação, criação de significados e potencial de mudança", além da inclusão dos aspectos que envolvem as atividades com mais de um indivíduo, regras, comunidade e divisão do trabalho.

Leontiev propõe três níveis de análise: operação, ação e atividade. No nível mais baixo e automático, encontra-se a operação, inconsciente, que consiste nas rotinas habituais realizadas por um indivíduo, associadas a uma ação e influenciadas pelas condições gerais da atividade. O próximo nível consiste na ação, um processo consciente realizado por um indivíduo ou grupo e subordinado a uma meta. O último estágio da análise é orientado por um motivo e realizado coletivamente. Segundo Leontiev (1978), os processos psicologicamente caracterizados por uma meta a que o processo se dirige (seu objeto) coincide sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar essa atividade, isto é, o motivo.

A terceira geração foi desenvolvida em 1987 por Yrjö Engeström. Nossa pesquisa se apoia nas concepções dessa geração que, segundo Engeström (1987), contextualiza com profundidade a atividade, reforçando sua natureza coletiva e social, voltando-se para as interrelações entre o sujeito e sua comunidade. O modelo da segunda geração é expandido para incluir, no mínimo, dois sistemas de atividades interagindo entre si, como se observa na Figura 2.

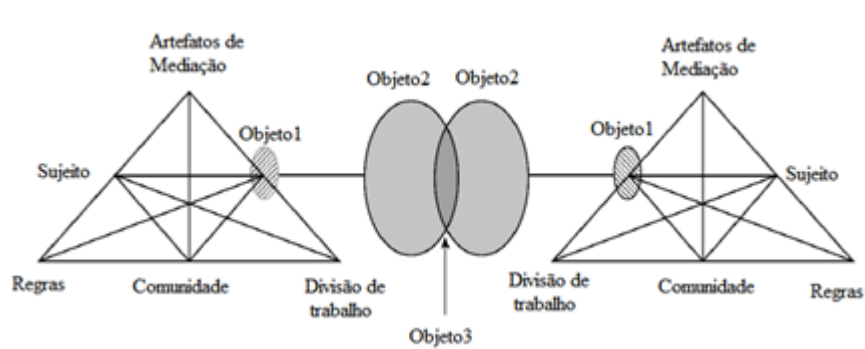


Figura 2. Dois sistemas de atividade em interação, como modelo mínimo para a terceira geração da Teoria da Atividade. Adaptado de Engeström, (2013, p. 72).

Podemos observar que o objeto se move de um estado inicial, objeto 1, para um objeto significativo para o coletivo, objeto 2, e para um objeto conjuntamente construído, objeto 3.

A Teoria da Atividade considera cinco princípios (Engeström, 1987, 1993, 1995, 2013). No primeiro princípio, um sistema de atividade coletivo compreende a unidade básica de análise. O segundo princípio pondera que um sistema de atividades sempre é uma comunidade de pontos de vista, tradições e interesses múltiplos. No terceiro princípio, os sistemas de atividades tomam forma e se transformam durante longos períodos e são compreendidos em sua própria história. O quarto princípio compreende o papel central de contradições como fontes de mudança e desenvolvimento. O quinto princípio proclama a possibilidade de transformações expansivas

em sistemas de atividades. Os sistemas de atividades avançam em ciclos relativamente longos de transformações qualitativas.

Ainda, segundo o autor, qualquer sistema de atividade possui quatro níveis de contradições que devem ser atendidos na análise de uma situação de trabalho. O nível 1 é a contradição primária, encontrada dentro de um único nó de uma atividade. Essa contradição surge da tensão entre valor de uso e valor de troca. Ela permeia cada vértice do triângulo e é a fonte básica de instabilidade e desenvolvimento (Engeström, 1987). A contradição primária pode ser entendida em termos de rupturas entre ações ou conjuntos de ações que realizam a atividade. Essas ações são polimotivadas, o que significa que a mesma ação pode ser executada por pessoas diferentes, por motivos diferentes ou pela mesma pessoa como parte de duas atividades separadas. A polimotivação pode estar na raiz de contradições subsequentes.

As contradições secundárias são aquelas que ocorrem entre os nós constituintes. Por exemplo, entre as habilidades do sujeito e a ferramenta que está usando, ou entre regras e ferramentas. Contradições terciárias surgem entre uma atividade existente e o que é descrito como uma forma mais avançada dessa atividade. Isso pode ser encontrado quando uma atividade é remodelada para levar em conta novos motivos ou formas de trabalho. As contradições quaternárias são contradições entre a atividade central e as atividades vizinhas, por exemplo, atividades produtoras de instrumentos, de sujeitos e de regras.

Para Engeström (2014), a ascensão do abstrato para o concreto acontece por meio de ações de aprendizado que formam um ciclo expansivo (Figura 3), consistindo em uma sequência de ações epistêmicas ocorridas durante o aprendizado expansivo. Uma aprendizagem expansiva implica a concepção e a implementação de um novo conceito de atividade que, muitas vezes, pode envolver uma ressignificação de elementos dentro de um sistema de atividade.



Figura 3. Ciclo Geral do Desenvolvimento Expansivo. Adaptada de Engeström (2014).

Um ciclo completo de transformação expansiva (Figura 3) pode ser compreendido como uma jornada coletiva. "É a distância entre as ações cotidianas atuais dos indivíduos e a forma historicamente nova da atividade da sociedade que pode ser gerada coletivamente como solução para o

dilema potencialmente embutido nas ações cotidianas” (Engeström, 1987, p. 174).

A Teoria da Atividade, neste trabalho, procura viabilizar a análise das práticas educacionais em um nível mais amplo do que as individuais de professores, pois as aborda em sua natureza coletiva, considerando as ferramentas empregadas, as comunidades nas quais o sujeito está inserido, além das regras que medeiam a relação do sujeito com a comunidade e da divisão do trabalho, que, por sua vez, medeia a relação entre a comunidade e o objeto da atividade.

### **Contexto e procedimentos metodológicos**

A formação continuada foi realizada durante o período de pandemia, compreendendo o intervalo de julho de 2020 a maio de 2021. Nesse contexto desafiador, a primeira etapa da pesquisa foi iniciada com a formação de uma equipe de professores, uma das primeiras dificuldades, pois, nesse período, as escolas estavam fechadas e os professores tiveram que se adaptar rapidamente para encontrar meios alternativos de comunicação com seus alunos, evitando o contato presencial, o que provocou uma adaptação em tempo recorde para um novo modo de ensinar.

Iniciamos o projeto em julho de 2020 com seis professores voluntários, os quais autorizaram o registro dos dados obtidos nos encontros para o desenvolvimento da pesquisa. Nesse grupo de professores, um deles exercia a função de coordenador pedagógico da escola e os demais eram das áreas de matemática, química, física e ciências biológicas.

As reuniões ocorreram em formato remoto, em intervalos de duas a três semanas com todos os participantes, tendo em média duração de 1h20min. Cada reunião representava um momento de incubação, no qual eram discutidos os entendimentos, o que estava complicado ou difícil, refletindo sobre os recursos a serem criados e buscando subsídios teóricos para tal.

Também ocorreram de forma remota, no *Teams*, reuniões entre os professores participantes, utilizando parte das horas de Aulas de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC) semanais.

Ao todo foram realizados sete encontros com todos os participantes do projeto e outros sete encontros apenas com três professores.

Em fevereiro de 2021, após o período de férias dos professores, foram retomadas as reuniões, mas permaneceram no projeto apenas três professores. O motivo da saída dos demais foi uma mudança na estrutura de ensino da escola, que passou a atender os alunos em tempo integral, o que gerou uma sobrecarga ao coordenador da escola e aos demais professores que afirmaram não mais ser possível acompanhar o projeto.

As reuniões se estenderam até maio de 2021, quando um dos professores alegou que não conseguiria prosseguir na formação, pois havia assumido muitas tarefas. Diante dessa situação, as reuniões foram encerradas, mas o contato com os professores permaneceu por meio de um grupo no *WhatsApp*, e dados foram coletados em entrevistas *online* gravadas com autorização de todos os participantes, por meio da plataforma *Zoom*.

Com o material coletado, foi possível analisar os sistemas de atividades, apresentados a seguir, nos quais surgiram as possíveis contradições e expansões existentes, segundo a Teoria da Atividade.

### Os sistemas de atividade envolvidos no processo

Optamos, como na tese de Diogo (2016), pela utilização do que Engeström (2011) denominou intervenção formativa, cujas principais características são: a) o sistema de atividade como unidade de análise; b) contradições como fonte de mudança e desenvolvimento; c) agência (capacidade de agir, diligência) como uma camada da causalidade; e d) transformação da prática como um modo de aprendizagem expansiva.

Neste estudo, o processo de análise investigou ações – e seus resultados – pertencentes a diferentes sistemas de atividades que coexistiram no decorrer do desenvolvimento deste trabalho, tais como os sistemas de atividade da escola, de formação e de pesquisa. Com essa abordagem, buscou-se compreender o processo de formação dos professores em sua totalidade e em suas múltiplas manifestações nos vários sistemas de atividade, considerando, em especial, a formação como um processo e não o seu produto. A Figura 4 exhibe os sistemas de atividade que foram considerados no decorrer da pesquisa e do processo de análise, destacando o fato de que os sistemas se relacionaram e influenciaram uns aos outros.



Figura 4. Sistemas de atividades considerados no processo de análise.

Tendo como base a Teoria da Atividade e seguindo os pressupostos da abordagem da intervenção formativa, descrevemos os sistemas de atividades identificados. Reconhecendo que os sistemas de atividades que se formam se influenciam mutuamente, foram analisadas, nas próximas seções, os aspectos de cada um, considerando que não é possível dissociá-los, de modo que são citados e retomados sempre que necessários para a análise.

#### *Sistema de atividade de pesquisa*

As fases da pesquisa podem ser descritas começando pelo planejamento da proposta de formação continuada, tendo como base estudos anteriores e revisões bibliográficas. Em seguida, a etapa do pedido de autorização, em que houve a apresentação, discussão e adequações da proposta formativa a fim de que fosse autorizada pelas instâncias gestoras, pelos participantes, além da autorização para realização da pesquisa e da formação pelo comitê de ética e de pesquisa da instituição responsável.

As ações que compõem a atividade de pesquisa, como, por exemplo, a análise e a coleta de dados, foram realizadas com o auxílio de um dos

professores participantes do processo de formação, visto que algumas reuniões ocorreram apenas entre eles.

Outro passo da pesquisa foi a aproximação e o estabelecimento dos contatos iniciais com o coordenador da escola e a constituição do grupo de professores interessados na formação continuada. A aproximação entre a escola e as pesquisadoras ocorreu por meio de um dos professores que participava da formação e atuava na escola. Ele intermediou o contato com o coordenador de área de ciências e matemática para que fossem feitas as adequações e formalização da proposta. A formação teve início em julho 2020 e se estendeu até meados de maio de 2021.

Na figura 5, podemos observar o sistema de atividade que denominamos de pesquisa e que se refere à forma como foram idealizadas, planejadas e realizadas as ações da formação.

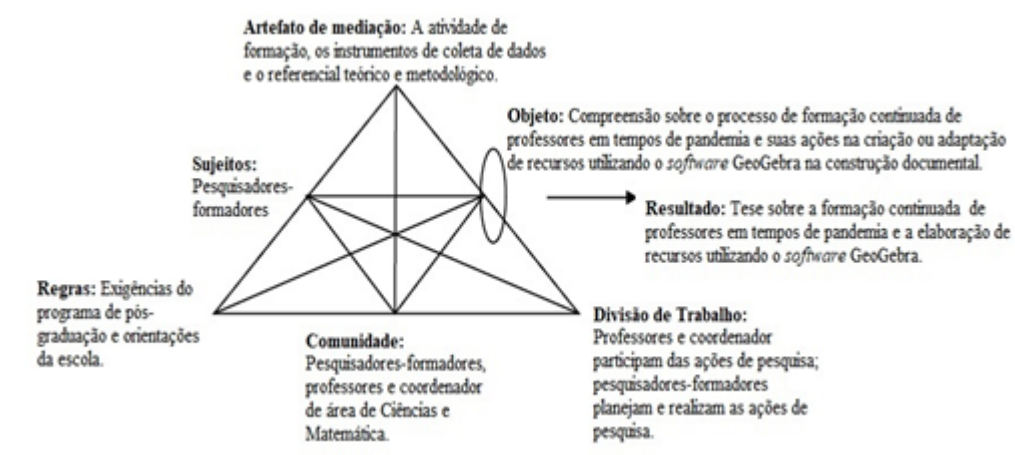


Figura 5. Sistema de atividade de pesquisa.

Na fase de priorização inicial, procurou-se explorar informações sobre os interesses, necessidades e anseios dos participantes. A análise desses dados permitiu estabelecer os conteúdos de interesse dos envolvidos, os quais poderiam ser desenvolvidos na formação.

Ao longo de toda a formação, ocorre a etapa de coleta e sistematização de dados obtidos por meio dos processos realizados durante a atividade de formação, dos registros de áudio e vídeo gravados em cada reunião, da aplicação de questionários, da realização de entrevistas, das conversas trocadas em grupo de *WhatsApp* e da vivência com os professores.

A atividade, segundo os estudos de Leontiev (1978), está relacionada ao movimento de constituição psíquica do sujeito com o mundo do qual faz parte. Sendo assim, "a primeira condição de toda a atividade é uma necessidade" (Leontiev, 1978, p. 107).

Ao tentar compreender os efeitos de um curso de formação continuada na prática pedagógica de professores, é importante considerar que o professor participante está inserido em uma comunidade que pode ser definida em vários segmentos: cidade, bairro, família, universidade, escola, sala de aula, etc. e a interação com todos os membros desses setores influencia seu aprendizado e sua prática.



Na próxima seção, estabelecemos o sistema de atividade da organização escolar que mediou as relações entre os participantes.

#### *Sistema de atividade da organização escolar*

Como já relatado, o contato inicial se deu por intermédio de um dos participantes da formação com o coordenador pedagógico. A proposta de formação continuada foi considerada pertinente e a relação que a formação tem com os anseios da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP) instigou a possibilidade de relacionarem os conhecimentos, advindos da formação, com as formações da SEDUC-SP.

O coordenador de área expôs que umas das suas preocupações era que, em seu entendimento, a formação continuada considerasse as habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, aspectos previstos, também, no Currículo Paulista, o qual define e explicita a todos os profissionais da educação que atuam no Estado as competências e as habilidades essenciais para o desenvolvimento cognitivo, social e emocional dos estudantes paulistas e considera sempre sua formação integral na perspectiva do desenvolvimento humano.

No ano de 2020, segundo o coordenador pedagógico, a escola possuía 12 salas e trabalhava com ensino fundamental e médio nos períodos diurno e vespertino.

Como mantínhamos contato com o coordenador de área de ciências e matemática, este se reuniu com os professores da escola que faziam parte da equipe de formação, um total de cinco professores atuantes nas disciplinas de matemática, ciências, biologia, física e química.

Os professores questionaram sobre quanto tempo teriam que dispor para as atividades relacionadas à formação. O coordenador esclareceu que eles usariam uma hora do ATPC a cada quinze dias para as reuniões de incubação com as pesquisadoras e mais uma hora para discussão entre os pares. Os professores demonstraram interesse na proposta, tiveram um tempo para pensar e decidiram, então, pela participação na formação.

A partir da anuência de todos, o coordenador passou a considerar na organização de seu ATPC um momento para que ocorresse a formação. Devido à necessidade de realização dos encontros de forma remota, em razão do isolamento social recomendado pelo Ministério da Saúde, e considerando que os professores da escola tinham acesso à plataforma Teams, as reuniões foram realizadas no Teams da escola, e as pesquisadoras foram inseridas como convidadas na plataforma.

Para garantir a obtenção dos dados, houve a permissão do coordenador pedagógico para termos acesso, posteriormente, às gravações realizadas pelo *Teams* da escola, realizadas por um dos professores, o qual, depois, disponibilizava o registro.

Na figura 6, podemos observar o sistema de atividade que denominamos de organização escolar, ou seja, a forma como a escola e seus professores

se organizaram para possibilitar o desenvolvimento do curso de formação continuada.

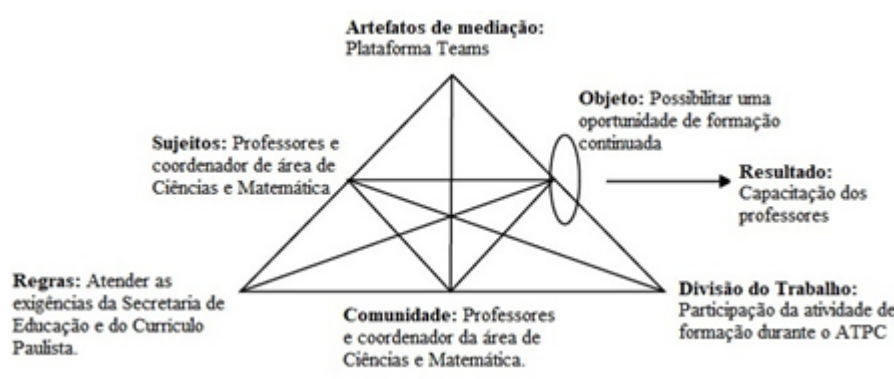


Figura 6. Sistema de atividade da organização escolar.

Para Leontiev (2012), as atividades “são processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre com o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo” (p. 68).

Levando em conta a disponibilidade do coordenador em criar um espaço de formação continuada para seus professores, o motivo desse sistema é possibilitar que esses professores possam participar de uma capacitação que permitirá contribuir com suas práticas de ensino.

Passamos a analisar, na próxima seção, como se desenvolveu o processo da formação continuada.

#### *Sistema de atividade da formação continuada*

Consideramos esse sistema como central neste estudo, pois as ações ocorridas durante o processo de formação continuada permitiram identificar contradições internas e transformações expansivas dentro do sistema de atividade, possibilitando analisar o processo de desenvolvimento e um entendimento focado em como as interações ocorreram em vez de se concentrar exclusivamente no produto final.

Engeström (1999) destacou a importância de se analisar as interações dos elementos da comunidade, as regras e a divisão de trabalho; e enfatizou o papel das contradições no sistema de atividades como força motriz da transformação da própria atividade.

Na Figura 7, apresentamos o sistema de atividade denominado de formação continuada, referente à ação dos participantes no processo de desenvolvimento da formação e ao objeto desse sistema, que é a criação ou adaptação de recursos pelos professores.

Vale destacar que a formação continuada envolvia outras ações complementares a esse objeto, como: criar um espaço para construção de novas práticas docentes; incentivar professores a utilizar o GeoGebra como ferramenta de ensino; auxiliar os participantes nas atividades de criação de seus documentos; promover um ambiente de troca de experiências entre professores; promover reflexões sobre suas práticas pedagógicas; e promover reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem em ambiente virtual.

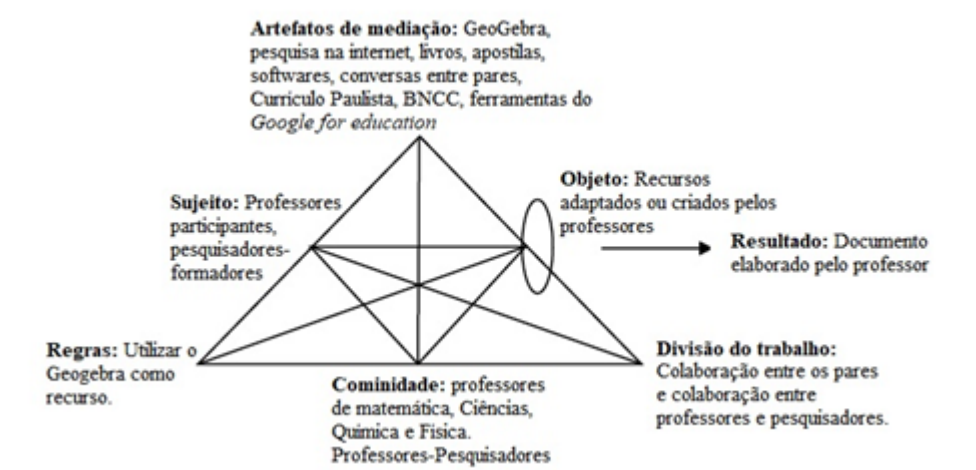


Figura 7. Sistema de atividade de formação continuada.

A Teoria da Atividade abrange um sujeito, que pode ser um indivíduo ou um grupo, e um objeto, ambos mediados por uma ferramenta. Um sujeito em uma atividade, como é o caso deste estudo, também inclui comunidade, regras e divisão do trabalho que denotam o contexto social no qual as atividades são realizadas. A comunidade é composta por uma ou mais pessoas que compartilham o mesmo objeto com o sujeito. Em nosso sistema, a comunidade é composta pelos professores da área de ciências e matemática participantes da formação e as pesquisadoras.

As regras regulam as ações e interações dentro de uma atividade. Como regra, os professores deveriam utilizar o GeoGebra como recurso a ser trabalhado no desenvolvimento de um conteúdo a ser ensinado, mas tinham liberdade para escolher o conteúdo em si. A divisão do trabalho informava como as tarefas seriam divididas horizontalmente entre os membros da comunidade e previa a colaboração entre todos na criação ou adaptação dos recursos e consequente construção de seus documentos.

No decorrer do processo, as atividades enfrentam contradições que, posteriormente, facilitam a mudança. Segundo Engeström (1999), contradição é o termo dado a desajustes dentro e entre elementos, entre diferentes atividades ou diferentes fases de desenvolvimento da mesma atividade. Eles se manifestam como problemas, rupturas, colapsos, confrontos, etc. A Teoria da Atividade vê as contradições não como problemas, mas como fontes de desenvolvimento.

Segundo Souto (2013, p. 61), as contradições internas "são consideradas como molas propulsoras potenciais, as quais fazem com que novos estágios qualitativos e formas de atividades possam emergir como soluções". A ocorrência delas pode possibilitar que surjam as transformações expansivas do sistema de atividade. Compreender como ocorrem as transformações expansivas em uma formação de professores pressupõe a análise de suas contradições internas.

Enfatizando um caráter muito mais relacional do que determinístico para sua compreensão, Engeström define a possibilidade de transformações expansivas em sistemas de atividade.

Na próxima seção, são analisados os encontros ocorridos durante a formação e as possíveis contradições observadas.

*Os encontros de formação: contradição e expansão*

A noção de contradição interna, na perspectiva da Teoria da Atividade, apresenta-se como um instrumento teórico e metodológico, especialmente em estudos relacionados à formação de professores. Um dos pontos principais, ao adotar a perspectiva sociocultural da Teoria da Atividade, é a hipótese de que existe uma relação entre o meio sociocultural e o sujeito agente, não sendo possível desvincular o sujeito de sua prática e ambiente de trabalho.

O primeiro encontro com os professores tinha como intuito conhecer o grupo participante da pesquisa. Nesse encontro, as pesquisadoras apresentaram os principais objetivos do estudo: concepção, criação, aplicação de recursos num contexto STEM e elaboração de um documento.

O Quadro 1 apresenta a descrição dos participantes e suas atuações naquele ano na escola em questão.

Professor	Atuação
Professor coordenador - PCoord	Coordenação
Professor de Química - PQuim	Química e Física no EM Matemática no 7º e 8º anos
Professor de Matemática 1 - PMat1	Matemática no EM
Professor de Matemática 1 - PMat2	Matemática no 6º ano e 1º EM, Tecnologia no 6º e 7º ano, Eletiva no 7º, 9º anos e EM
Professor de Matemática 1 - PMat3	Matemática no 7º, 8º e 9º anos
Professor de Biologia - PBio	Ciências no 6º ao 9º, Biologia no EM

Quadro 1. Professores participantes da formação.

As pesquisadoras explicaram que cada reunião seria uma incubação, um momento para discutir o que se entendeu, o que está complicado ou difícil, refletir sobre os recursos a serem criados e trazer subsídios teóricos para tal. Em seguida, foram apresentadas algumas palavras relacionadas ao contexto educacional, para que os professores escolhessem as que mais lhes chamavam a atenção, refletindo o desenvolvimento da formação e as necessidades de aprendizagem dos alunos.

Antes que os professores se manifestassem, o coordenador participante disse que seria difícil indicar uma palavra, pois todas fazem parte do Currículo Paulista e estão de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ele argumentou que são palavras do cotidiano escolar e devem estar inseridas em todas as atividades. As pesquisadoras esclareceram que, ao criar ou desenvolver um determinado recurso, algumas palavras poderiam se sobressair.

Depois de algumas discussões, nenhuma palavra foi escolhida, o que é compreensível, já que a opinião do coordenador deve ter acuado os demais participantes nesse processo. A contradição entre comunidade e regra apontada no sistema da organização escolar também reflete no sistema de atividade de pesquisa, de modo que as pesquisadoras se mobilizaram para que os professores se sentissem à vontade para participar.

Aqui pode ser identificada uma primeira contradição entre comunidade e regra presente no sistema de atividade da organização escolar, e que incide diretamente na atuação dos professores dentro do sistema de formação continuada. A contradição apresentada é considerada secundária.

As pesquisadoras explicaram que, durante uma incubação, podemos refletir sobre as dificuldades, discutir ideias sobre os recursos a serem criados e que a opinião de todos é importante em um trabalho colaborativo, a fim de que os professores se sentissem à vontade para expressarem suas opiniões, dúvidas e compartilhassem seus conhecimentos.

Desse modo, o professor PMat2 compartilhou sua percepção de que a tecnologia representava um obstáculo para ele, pois não costumava utilizá-la em sua prática docente, de modo que, no contexto de pandemia, essa inabilidade se tornou evidente, então, ele acredita que o projeto, por prever o uso desse recurso, favoreceria o processo de incorporação da tecnologia em sua prática profissional.

Para Illeris (2013), o ciclo expansivo proposto por Engeström (1987) remete a uma aprendizagem transformadora e acarreta o que se poderia chamar de mudança na personalidade. Em geral essa mudança não é uma opção natural do indivíduo, mas se faz necessária em uma situação de crise causada por desafios considerados urgentes e inevitáveis, como o cenário vivenciado na pandemia. Os professores, em um pequeno espaço de tempo, precisaram se adaptar ao uso de computadores, câmeras, edição de vídeos, materiais digitalizados, independentemente de sua relação anterior com esses recursos.

Como o recurso central era o *software* GeoGebra, foi necessário apresentá-lo ao grupo, pois apenas um dos participantes já o conhecia. Uma das pesquisadoras, buscando motivar os participantes, compartilhou a tela do computador e fez uma demonstração do *software*, destacando algumas de suas funcionalidades, e, em relação ao ensino remoto, foi enfatizada a possibilidade de um aluno, mesmo não tendo o programa instalado, solicitar o controle e manipular o GeoGebra no *Teams*. Nesse momento, os professores se mostraram entusiasmados com o trabalho a ser desenvolvido, e fizeram questionamentos sobre a possibilidade de trabalho com a ferramenta.

Embora os professores tenham se interessado pela funcionalidade de compartilharem sua tela no *Teams* com os alunos, imediatamente descartaram essa possibilidade, pois a plataforma era utilizada apenas administrativamente. Para ministrar as aulas, a SEDUC-SP adotou as ferramentas do *Google Education* que não permitia essa funcionalidade, o que leva ao apontamento de uma contradição primária ocorrida nos recursos.

As pesquisadoras apresentaram a primeira tarefa aos participantes: pensar em uma proposta de recurso, utilizando o GeoGebra, que pudesse ser aplicado em um conteúdo matemático, ao longo dos anos do ensino fundamental e médio, levando em conta a evolução do conteúdo nesse contexto. Para facilitar a comunicação e para troca de materiais relevantes para o trabalho, foi criado um grupo no *WhatsApp* e indicado um vídeo sobre os passos iniciais para a utilização do GeoGebra.

Em uma próxima incubação, por meio de uma apresentação no *Power Point*, foi feita uma retomada dos objetivos da formação, esclarecendo o que pode ser considerado como recursos, além da apresentação dos conceitos teóricos da Gênese Instrumental (Gueudet e Trouche, 2015), como artefato, instrumento, instrumentação e instrumentalização (Rabardel, 1995). Dentro de um ciclo expansivo, a compreensão teórica sobre a formação não é imediata e esses momentos são necessários para um melhor entendimento do trabalho a ser desenvolvido.

Ao serem questionados sobre conteúdos que gostariam de trabalhar, os professores manifestaram interesse em temas como polígonos, expressões gráficas e geometria analítica, sugerindo o uso do tangram para o trabalho com polígonos; professores de ciências, química e física sugeriram um tema com doenças infecciosas e exploração de gráficos e tabelas.

Nesse encontro, a formação de dois grupos foi espontânea: três professores com a disciplina de matemática, dois com ciências e o coordenador pedagógico se dispôs a permanecer nos dois grupos.

Uma contradição primária dentro da divisão de trabalho proposta inicialmente pode ser aqui apontada, pois uma redistribuição desse trabalho, que antes considerava a colaboração entre os pares, ficou explícita entre os que trabalhavam com disciplinas afins.

As pesquisadoras solicitaram que os professores voltassem a se reunir em suas horas de ATPC para reconsiderarem os temas propostos, sugerindo que cada tema escolhido poderia ser trabalhado em toda sua extensão, abrangendo do ensino fundamental até o ensino médio. Além disso, foi solicitado que, caso escolhessem mais de um tema, selecionassem no máximo dois, um para cada grupo de trabalho.

Aqui podemos observar que a ideia inicial do projeto de formação se modifica, pois o intuito era um único tema que pudesse agregar conhecimentos de todas as áreas envolvidas, nesse caso com o foco central na matemática englobando conhecimentos de química, física e biologia. No entanto, um dos grupos se concentrou no conteúdo de matemática, enquanto o outro buscou um conteúdo que pudesse ser trabalhado em química e biologia.

Tal fato se configura como uma contradição terciária no sistema de atividade de pesquisa, pois a formação continuada deve levar em conta novas formas de trabalho, considerando que o contexto multidisciplinar não se sustentaria.

O grupo formado por PQuim e PBio apresentaram a ideia de trabalhar com fenômenos que envolvessem modelagem, com temperatura, ou modelagem delineada por pontos.

As pesquisadoras esclareceram que, após definidos os temas, a próxima etapa seria buscar recursos para o desenvolvimento deles, enfatizando que não havia urgência em pensar na aplicação com os alunos, posto que isso poderia ocorrer no próximo ano.

No outro grupo, o professor PMat2 retomou sua sugestão inicial sobre polígonos, justificando que é um conteúdo presente ao longo de todo ensino fundamental e se desdobra em poliedros e planificações. As pesquisadoras

sugerem que a investigação se concentre na geometria plana, pois julgam importante recuperar os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem de polígonos.

Percebeu-se, nesse contexto, por parte do PCoord uma preocupação quanto ao atendimento dos objetivos do Currículo Paulista, já que ele colocou em dúvida se o trabalho estava alinhado com o currículo, sem fornecer maiores esclarecimentos. Novamente, há uma movimentação no sistema de atividade de pesquisa, que procura meios de mostrar ao grupo que os recursos construídos para o ensino do conteúdo iam ao encontro das diretrizes do Currículo Paulista.

Nesse momento da formação, tínhamos o grupo formado por PMat1, PMat2 e PMat3, com o tema polígonos; e PQuim e PBio, com tabelas e gráficos, para o trabalho com doenças infecciosas. Embora se interessassem por esses temas, ainda encontravam dificuldades em reconhecer como eles se apresentariam em cada ano do ensino fundamental e ensino médio. Em um movimento de expansão inúmeras mensagens foram trocadas no *WhatsApp* entre os participantes.

Ao estudarmos os efeitos de um curso de formação continuada na prática pedagógica de professores, é importante considerarmos que o professor traz consigo a bagagem de toda uma vivência de sala de aula e conhecimentos adquiridos e acumulados ao longo dessa jornada. E, nessa perspectiva, consideramos que, se ele aceita participar desse processo, está expressando uma necessidade de buscar por mais conhecimento.

Nesse sentido, a formação oferecia aos professores a possibilidade de criação ou adaptação de recursos para suas práticas pedagógicas. Vale ressaltar que, no final de sua participação, os professores receberiam um certificado, o que se tornou um incentivo adicional. O PCoord assumiu a responsabilidade de documentar a presença dos professores, para verificação de horas utilizadas e posterior certificação. Além disso, essas horas podem ser adicionadas aos processos de progressão dos professores, contribuindo para sua evolução profissional.

Participar de um programa de formação continuada pode ser uma opção do professor, decisão que depende de como ele compreende esse processo, ou seja, do sentido que atribui a cada ação da formação que acredita ser útil para atender às suas necessidades (Gladcheff, 2015).

Na incubação seguinte, as pesquisadoras iniciaram a discussão abordando o material compartilhado no grupo do *WhatsApp*. O professor PMat2 relatou que, nos livros didáticos, após a apresentação dos polígonos, está o tema poliedros. Uma das pesquisadoras esclarece que os temas estão relacionados, mas que, no momento, estão focando apenas nos polígonos e nos pré-requisitos necessários para compreender esse conteúdo, sem abordar a geometria espacial. A escolha desse recurso, no caso o livro didático utilizado pela professora, pode dificultar a construção de um documento focado apenas na geometria plana.

As pesquisadoras ressaltam a importância de permanecer no tema escolhido, destacando que outros temas recorrentes poderiam ser explorados, como grandezas e medidas ou geometria espacial, mas em outros momentos. Podemos ver uma contradição entre sujeito e objeto,

novamente, do sistema de atividades da formação continuada causando um movimento no sistema de atividades da pesquisa.

Há uma certa relutância do professor PMat2 em concordar com a abordagem proposta, pois ele argumenta que isso “foge da proposta do currículo paulista que apresenta os conteúdos mesclados, saindo de 2D e indo para o 3D e trabalhando propriedades e medidas ao mesmo tempo”, divergência que gera uma contradição, secundária entre as regras estabelecidas e o objeto estudado, que permanece por várias incubações. No entanto, durante o processo de formação, ocorre um movimento de expansão, à medida que as ações são realizadas e a compreensão é aprimorada.

Por ser um sistema coletivo, Engeström (1999) afirma que os questionamentos e contradições são fundamentais para o desenvolvimento das atividades. É por meio das contradições que ocorre a expansão do objeto.

É natural que surjam alguns questionamentos, até mesmo alguma resistência a novas ideias, pois se trata de um processo de quebra de prática pedagógica, um convite para se lançarem a um novo modo de trabalho, esbarrando, assim, em obstáculos internos e externos ao professor.

Nesse sentido, as pesquisadoras esclarecem que os temas poderão ser estudados como se apresentam no livro didático, mas solicitam que sejam propostos recursos apenas sobre o tema polígonos e elaborados os itens separadamente, o que não impede que essas atividades sejam, depois, utilizadas seguindo as ideias do Currículo Paulista. Sugerem ao grupo dos professores de matemática que busque por atividades sobre polígonos para que possam ser trabalhadas no compartilhamento da tela do computador, utilizando o *software* GeoGebra.

Quanto ao outro grupo PQuim e PBio, após realizarem pesquisas em alguns materiais disponibilizados pelas pesquisadoras via *WhatsApp*, como o material da própria Secretaria de Educação e um artigo sobre modelagem matemática, os professores optaram por trabalhar problemas que possam ser explorados nessa perspectiva. As pesquisadoras sugeriram, igualmente, que trouxessem atividades relacionadas ao conteúdo escolhido, as quais seriam exploradas com o uso do GeoGebra e que abrangessem uma ampla faixa etária, desde o 6º ano até o ensino médio.

Apesar da contradição que impulsiona os movimentos expansivos ocorrer originalmente entre o sujeito e o objeto, não podemos deixar de relacioná-la aos artefatos, como o uso do *software* GeoGebra, ou seja, a adoção desse instrumento tecnológico pode levar ao agravamento dessa tensão. A contradição entre os instrumentos mediadores e o objeto da atividade docente, considerando o tempo disponível para a formação, surge quando se busca ampliar os instrumentos normalmente utilizados na atividade – livros e quadro-negro – por meio da inclusão do GeoGebra, por exemplo. A adoção desse instrumento mediador para construção de recursos acaba por exigir mais tempo no desenvolvimento das atividades durante a formação.

As pesquisadoras destacaram a importância de os professores refletirem em que contextos podem trabalhar os temas de seu interesse. PBio



observou que, diferentemente da matemática, os assuntos mudam muito e que não há uma sequência. Às vezes, um determinado assunto só encontrará espaço para ser explorado em uma única série.

Aqui há uma contradição entre objeto e resultado, pois era previsto um documento elaborado pelo professor de um conteúdo que pudesse ser aplicado com diferentes graus de complexidade do 6º ano ao ensino médio. Essa impossibilidade movimentou o sistema de atividade de pesquisa, modificando a atividade no sentido de repensarmos a construção do documento, podendo ser direcionado para um ano do fundamental ou médio, em particular.

Nesse curso, observamos o mecanismo de causa gerador da transição de uma ação ou um evento para outro, ou seja, a contradição causadora dos distúrbios foi a condição para um processo de desenvolvimento. Nesse grupo, percebemos um movimento de expansão quando PBio comenta: *"tenho me esforçado para preparar atividades que envolvam o computador para o próximo ano e a participação nessa formação me permite esse uso através do software GeoGebra"*.

As pesquisadoras indagaram os professores PQuim e PBio sobre sua familiaridade com o *software GeoGebra* e sua habilidade de construir gráficos, inserir funções, animações, etc. PQuim afirmou estar em processo de conhecimento do software e ter pouca experiência, e PBio também, porém, mencionou que gosta de explorar e tem facilidade para encontrar as funcionalidades necessárias.

O professor PMat1 relatou que o grupo se reuniu para discutir as atividades desenvolvidas até o momento na formação, chegando à conclusão de que pesquisariam atividades norteadas pelo Currículo Paulista, pela apostila do aluno, apostila do professor e livros didáticos disponibilizados pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. PMat1 também comentou que a reunião foi produtiva e que eles estavam começando a esboçar uma sequência didática que pudesse ser desenvolvida a partir de atividades modeladas por meio do GeoGebra.

A ideia de um documento que permeasse do 6º ao ensino médio foi retomada e, nesse momento, os professores do grupo de matemática observaram como eles poderiam aprimorar a construção de uma figura geométrica de acordo com as propriedades que os alunos já conhecem, bem como desenvolver essa atividade em diferentes graus de dificuldade. PMat2 pontuou que uma primeira construção, mais simples, poderia ser realizada no início do 6º ano e, no decorrer do ano, apresentar a definição de retas perpendiculares, avançando na construção do quadrado. As pesquisadoras explicam que muitas ferramentas do GeoGebra, num primeiro momento, podem ser ocultadas para os alunos até que eles tenham mais domínio do *software*.

As pesquisadoras pediram aos professores que esboçassem as atividades a partir dos materiais selecionados, criando um plano de aula que descrevesse como eles utilizariam as atividades com os alunos, em qual ano e se haveria a necessidade de materiais complementares. Apresentar esses recursos seria como montar um cenário para aquela atividade, ainda de

modo bastante simples, compartilhando o resultado para discussão entre o grupo, procurando motivá-lo para a construção de seu documento.

Nesse momento, as reuniões sofreram uma pausa devido ao recesso de final de ano e férias dos participantes da formação, de modo que as incubações seriam retomadas no início do próximo ano letivo.

Antes da retomada das incubações, foram compartilhadas mensagens via grupo de *WhatsApp*, contexto em que o PCoord expõe sua preocupação em relação à mudança da escola para período integral, fato que gerou uma demanda muito grande em sua rotina, impedindo-o de se concentrar na formação naquele momento. Além disso, ele relatou a saída de dois professores da unidade escolar, PQuim e PMat1.

Nesse novo cenário, as pesquisadoras perguntaram se poderiam continuar a utilizar o *Teams* para as reuniões do grupo e, também, inserir os dois professores que saíram da escola como membros convidados, ao que PCoord respondeu que não haveria nenhum problema.

Nesse momento, surge uma contradição externa entre os sistemas de atividade da organização escolar e o da formação continuada, posto que a disponibilidade de tempo se tornou um ponto central de tensão. Diante disso, as pesquisadoras propuseram que a reunião pré-agendada fosse mantida, porém se disponibilizaram a encontrar um horário mais adequado para todos os participantes, considerando que dois professores do grupo não atuavam mais na escola.

Com relação ao horário disponível para as reuniões, apenas o PQuim se manifestou, indicando sua disponibilidade. Em seguida, o coordenador reafirmou o aumento das demandas na escola, sinalizando que não teria como oficializar um horário para sua participação nas reuniões da formação continuada.

As pesquisadoras lamentaram a não participação dele na formação, agradecendo-o e se colocando à disposição para ajudá-lo em outros momentos. Quanto aos demais professores, as pesquisadoras pontuaram a participação deles nos seus horários de ATPC, como era feito até então ou após suas jornadas de trabalho, contexto em que, considerando o não retorno de alguns professores sobre a disponibilidade de horário para a incubação, definiram um horário na expectativa da presença de todos eles.

Na retomada das incubações, compareceram apenas PQuim, PMat1 e PMat2, os quais compartilharam informações sobre suas novas rotinas de trabalho. Em particular, PMat2 expressou preocupação com sua carga excessiva de trabalho, mencionando que a transição para a escola em tempo integral tem exigido muitas atividades, às quais ainda está se adaptando. Pelo fato de realizar suas atividades remotamente, ele acredita que o volume de trabalho é maior devido às suas limitações com o uso de tecnologias. Como resultado, PMat2 informou que não seria possível continuar participando da formação. PQuim procurou incentivá-lo a não sair, afirmando que: "andei explorando o GeoGebra, tenho dificuldades para utilizá-lo, mas gostaria de aprender e podemos ir nos ajudando nessa aprendizagem, errando e acertando".

PMat2 mencionou que encontrou uma atividade sobre polígonos no livro do 6º ano utilizado em sua escola e considerou a possibilidade de explorá-la com o GeoGebra. As pesquisadoras o incentivaram a enviar uma foto dessa questão para que, na próxima incubação, pudessem discuti-la juntos e avaliar como o uso do GeoGebra pode enriquecer a exploração ou resolução da questão.

PQuim também compartilhou que encontrou uma atividade que aborda a separação de gases e, para isso, utiliza uma tabela que explicita o volume de gás na composição do ar atmosférico seco, à pressão de 1atm e seus pontos de ebulição e fusão. Salientou que é um tema relevante e atual, especialmente devido à necessidade de oxigênio na cidade de Manaus-AM durante o período da pandemia e afirmou: "*quero mostrar o processo de separação do oxigênio para o tratamento da Covid-19*".

PQuim quer implementar a tabela no GeoGebra, de modo que, ao visualizar o gráfico construído, os alunos sejam capazes de identificar em que estado ele está (sólido, líquido ou gasoso) e se já houve a separação entre eles.

PQuim e PMat1 incentivavam PMat2 a não desistir das incubações. PMat1 afirmava que não produziria um documento, mas se disponibilizaria a ajudar ambos em suas atividades. PMat2 expressou gratidão e comentou que estava se sentindo muito acomodado, mas a pandemia mostrou a necessidade de se renovar, confirmando seu compromisso para continuar participando da formação.

O desafio de realizar um trabalho colaborativo, de utilizar um *software*, agir criticamente na busca de recursos para suas atividades é algo que vai se acomodando aos poucos, no coletivo e individualmente. Embora não fosse possível continuar com todos os participantes do início, a contradição inicial entre sujeitos e objeto levou a uma conscientização da necessidade de se buscar novos conhecimentos, o que entendemos como uma expansão do sistema de atividade da formação continuada, superando o limitante "tempo de dedicação", mesmo que a formação não configurasse mais como horas de ATPC.

Os professores que permaneceram definiram, então, seus temas: PMat2 optou por polígonos, e PQuim por composição do gás atmosférico. Nas próximas incubações e reuniões entre eles, passaram a focar na seleção, adaptação ou criação de recursos para utilizar em suas aulas e, conseqüentemente, construir seus documentos. As pesquisadoras procuraram materiais mais específicos no GeoGebra que se relacionavam com tais temas.

Aqui vemos uma maior predisposição dos professores para renovar seus recursos, no sentido de se adaptarem à nova realidade imposta pela pandemia. PMat2 relatou: "Me ajudou muito, nossa, é uma ferramenta a mais que eu tenho para poder trabalhar com eles, então eu fico muito feliz porque eu estou começando a aprender agora a utilizar como um dos recursos né, para a aprendizagem dos alunos."

Entendemos que esse movimento intencional dos professores, de escolha de novos instrumentos, se construiu à medida que a elaboração dos documentos se transformou em atividades para eles.

PMat2 criou seu documento à mão, em um caderno, e, dada a necessidade de compartilhar sua aula com seus alunos, as pesquisadoras o incentivaram a digitalizar seu documento, o que se tornou um desafio. O professor tem dificuldades, principalmente, com as figuras apresentadas em seu caderno, feitas em um papel quadriculado e coladas, conforme Figura 8.

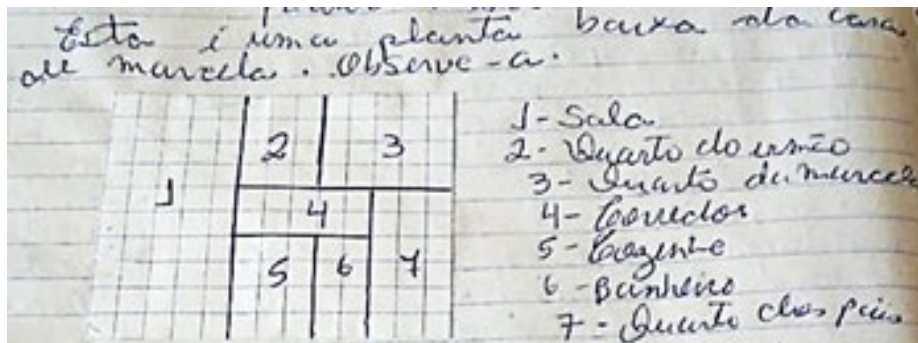


Figura 8. Planta baixa feita a mão.

As pesquisadoras incentivaram PMat2 a fazer suas figuras no GeoGebra, compartilhando a tela com o *software* e explicando como pode ser feita a construção.

Aqui vemos uma contradição artefato e objeto e entre artefato e produto, no sistema de atividade da formação continuada. O GeoGebra, pensado como um artefato, que seria transformado em um recurso para ser utilizado com os alunos, passa a ser também um recurso para a preparação do documento do professor.

Segundo Engeström (1987), esse desenvolvimento do sistema de atividade, por meio do enfrentamento e superação de suas contradições, pode ocasionar a aprendizagem expansiva dos sujeitos desse sistema. É o que ocorre com PMat2 que, atendendo à sugestão das pesquisadoras, relatou que passou o dia todo para fazer as figuras, mas estava satisfeito com seus avanços em relação ao manuseio do *software*.

PMat2 se mostrou bastante interessado, durante as incubações, tirou dúvidas, trouxe imagens de exercícios do livro didático que sugeriam o trabalho com GeoGebra, explorou dois *applets* sobre o tangram e outro sobre frações disponibilizados pelas pesquisadoras no *WhatsApp*. Marcou reuniões, *online*, extras de formação com PMat1, contexto em que teve a oportunidade de tirar mais dúvidas em relação ao *software*.

Por fim, PMat2 trouxe para a formação dois documentos sobre a temática polígonos, avançando significativamente em ambos, além de digitalizar, construir as figuras no GeoGebra para substituir as que foram feitas à mão, incorporou novos recursos e melhorou sua escrita. Porém, não concluiu nenhum dos planos até o final da formação, o que resultou na falta de aplicação das aulas preparadas.

Já o outro professor, PQuim, demorou um pouco mais para conseguir elaborar a ideia inicial de seu recurso. Enviou uma tabela que mostrava os gases que compõem o ar atmosférico, na qual havia a quantidade em porcentagem de cada gás, além do ponto de fusão e ponto de ebulição de cada um deles.

Depois de explorar um pouco mais os materiais enviados e, também, de ter se reunido com seu colega de formação PMat1 para discutir suas ideias, PQuim criou seu documento de forma digital e o disponibilizou na nuvem. Entretanto, não conseguiu criar um recurso no GeoGebra que atendesse às suas expectativas. Na Figura 9, vemos as ideias discutidas para serem construídas no GeoGebra.

As pesquisadoras, com base no que foi discutido nas incubações, criaram um esboço de um *applet* que apresentaria as ideias de PQuim expostas na Figura 9. Com alguns ajustes feitos durante a incubação, o recurso atende ao que o professor solicitava, e, a partir disso, ele modificou seu documento inicial, incluindo a utilização do *applet* e criando questões que poderiam ser resolvidas pelos alunos, a partir de sua manipulação.

PQuim construiu um documento digital e utilizou como recurso, além do *applet* produzido no GeoGebra, textos da internet. Finalizado o documento, o professor o disponibilizou aos alunos juntamente com o *applet*, para que pudessem manipulá-lo.

A pressão para fusão do Hélio é 26 atm

	300 atm	250	200	150	100	50	0
Nitrogênio		S	L	G			
Oxigênio		S	L	G			
Argônio		S	L	G			
Néon		S	L	G			
Hélio	L	G					
Hidrogênio	S	L	G				
Xenônio					S	L	G
Duplano					S	L	G

S = Sólido  
L = Líquido  
G = Gasoso

Figura 9. Ideia de recurso para ser construído no GeoGebra.

Nesse momento, tivemos que finalizar a formação, pois um dos participantes alegou ter muitas atribuições na escola e não poderia mais continuar. No final da formação, os professores agradeceram a formação e comentaram que vão se esforçar para continuar a utilizar os recursos criados e aprimorar seus documentos.

No decorrer da formação, por meio das discussões realizadas nas incubações, foi possível que os participantes atribuíssem novos sentidos às suas necessidades e, assim, estabelecessem uma nova compreensão acerca delas.

PMat2 relatou: "Foi um privilégio ter ficado aqueles momentos com vocês, foi muito enriquecedor para mim, e eu tenho que agradecer a paciência, vocês foram muito bacanas comigo, e me deixaram assim mais confiante, porque eu estava bem assim leiga, mas bem leiga mesmo, na parte de instrumentação da tecnologia né, então hoje eu já estou assim com mais firmeza né. Então são coisas que a gente vai superando, são desafios, e estou muito feliz porque o GeoGebra, sim, realmente foi uma coisa muito boa na minha vida, gostei muito."

Destacando que a primeira condição de toda atividade é uma necessidade, o professor, ao decidir participar de um processo de formação continuada, o faz por uma necessidade de buscar respostas objetivas a problemas que o afligem nas relações que estabelece entre si e com o meio circundante (Moura, 2004).



Figura 10. Ciclo expansivo do sistema de atividade da formação continuada.

Em um movimento constante de contradições e expansões, entendemos que houve resultados positivos. Neste estudo, as ações a serem analisadas correspondem àquelas de cada etapa do desenvolvimento da formação continuada as quais estão representadas em azul no ciclo expansivo, conforme ilustrado na Figura 10, que representa o sistema de atividade.

O ciclo expansivo, segundo Engeström (2014), é uma contínua construção e resolução de tensões e contradições em um sistema de atividade. Contudo, um ciclo de aprendizagem expansiva, como proposto por Engeström, deve ser entendido como um movimento espiral que se desenvolve marcado por relações não lineares. De acordo com Engeström (1999), um ciclo pode durar meses ou anos e seu desenvolvimento completo nem sempre ocorre.

## Conclusões

Neste estudo, analisamos, sob a perspectiva da Teoria da Atividade, uma formação continuada de professores de uma escola pública do Estado de São Paulo, para a construção de documentos, orientada pela Abordagem Documental do Didático-ADD e realizada de forma remota. Identificamos três sistemas de atividades que se relacionam entre si durante o período da formação: sistema de atividade da organização escolar, sistema de atividade de pesquisa e sistema de atividade de formação. Analisamos as contradições ocorridas entre os sistemas ou internas a alguns deles e as possíveis expansões ocorridas no desenvolvimento da formação.

A busca por superar as contradições surgidas, segundo Engeström (2008), "emergem quando um componente muda ou se desenvolve para além da lógica operacional dos outros componentes, (...) devido à interação e a influência de outros sistemas de atividade" (p. 27), gerando, assim, um movimento de expansão.

Tendo em vista o exposto, a investigação da formação e da construção de documentos pelos professores, sob a ótica da TA, foi realizada por meio da análise das tentativas de superação das contradições no sistema de atividade de formação docente dos participantes e dos sistemas interligados a ele. Esses foram os principais elementos considerados na análise deste estudo, contribuindo para verificar as hipóteses de que a formação é uma atividade pela qual é possível que professores iniciem um processo de aprendizagem expansiva e se apropriem de conhecimentos relativos à elaboração ou adaptação de recursos, utilizando o *software* GeoGebra, e na construção de documentos para suas práticas docentes.

Para estudos futuros a formação continuada oferecida e, aqui analisada, poderá ser expandida para grupos maiores de professores.

### Referências bibliográficas

Campos, A. S., Hopkins M., e Quaynor, L. (2020). Linguistically Responsive Teaching in Preservice Teacher Education: A Review of the Literature Through the Lens of Cultural-Historical Activity Theory. *Journal of Teacher Education*, 71(2), 203–217. doi: <https://doi.org/10.1177/002248711880878>.

Chye, S., Zhou M., Koh C., e Liu C. W. (2019). Using e-portfolios to facilitate reflection: Insights from an activity theoretical analysis. *Teaching and Teacher Education*, 85, 24-35. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.06.002>.

Diogo, R. C. (2016). *Formação continuada de professores e a apropriação das tecnologias de informação e comunicação: o percurso de uma intervenção formativa*. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2016. Recuperado de <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3008>.

Engeström, Y. (1987). Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research. *Helsinki: Orienta-Konsultit*. Recuperado de <https://lhc.ucsd.edu> > mca > Paper > Engestrom.

Engeström, Y. (1993). Developmental studies on work as a testbench of activity theory. Em: S. Chaiklin, e J. Lave. (Orgs). *Understanding practice: perspectives on activity and context*. Cambridge University Press. Cambridge. doi: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511625510.004>.

Engeström, Y. (1995). Objects, contradictions and collaboration in medical cognitivos: an activity-theoretical perspective. *Artificial Inteligência in Medicine*, 7, 395-412. doi: [https://doi.org/10.1016/0933-3657\(95\)00012-U](https://doi.org/10.1016/0933-3657(95)00012-U).

Engeström, Y. (1996). Developmental work research as educational research. *Nordisk Pedagogik: Journal of Nordick Educational Research*, 16, 131-143.

Engeström, Y. (1999). Activity theory and individual and social transformation. Em: Y. Engeström, R. Miettinen, and R-L. Punamäki. (Orgs). *Perspectives on activity theory*. Cambridge: Cambridge University Press. Recuperado de <https://bit.ly/3TVZIGH>

Engeström, Y. (2008). *From teams to knots: Activity-Theoretical Studies of collaboration and learning work*. Cambridge University Press. Recuperado de <https://bit.ly/48V2aIg>

Engestrom, Y. (2011). From design experiments to formative interventions. *Theory & Psychology*, [s.l.], 21(5), 598-628. SAGE Publications. doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0959354311419252>.

Engeström, Y. (2013). Aprendizagem expansiva: por uma reconceitualização pela teoria da atividade-e. Em: I. Knud (Org.). *Teorias contemporâneas da aprendizagem* (pp.68-90). Porto Alegre: Penso.

Engeström, Y. (2014). *Learning by expanding: an activity-theoretical approach to developmental research*. Second Edition. Cambridge University Press.

Gladcheff, A. P. (2015). *Ações de estudo em atividade de formação de professores que ensinam matemática nos anos iniciais*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade de São Paulo. Recuperado de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-09032016-103554/en.php>.

Gueudet, G., e Trouche, L. (2015). Do trabalho documental dos professores: gêneses, coletivos, comunidades: o caso da Matemática. *Em Teia*, 6(3). (K. Moraes Trad.). Recuperado de <https://hal.science/hal-01539475/>.

Illeris, K. (2013). *Teorias contemporâneas da aprendizagem*. I. Knud (Org.). (R. C. Costa Trad.) Porto Alegre: Penso.

Kim, H. Y. (2022). *CALL teacher training and knowledge development*, International Journal of Educational Research, Volume 116, 102077. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.102077>.

Laudari, S., e Maher, D. (2019). Barriers to ICT use in EFL teacher education courses in Nepal: An activity theory perspective. *Journal of NELTA*, 24(1-2), 77-94. doi: <https://doi.org/10.3126/nelta.v24i1-2.27681>.

Leontiev, A. N. (1978). *Activity, consciousness, and personality*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. Recuperado de <https://www.marxists.org/archive/leontev/works/1978/activity-consciousness-personality.pdf>.

Leontiev, A. N. (1981). *Problems of the development of the mind*. Moscow: Progress. Recuperado de <https://www.marxists.org/admin/books/activity-theory/leontyev/development-mind.pdf>.

Leontiev, A. N. (2012). Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. Em: L. S. Vygotsky, A. R. Luria, y A. N. Leontiev. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. (11a ed., pp. 59-83). São Paulo: Ícone. Recuperado de [https://edisciplinas.usp.br > resource > view](https://edisciplinas.usp.br/resource/view).

Moura, M. (2004). Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. Em: R. L. L. Barbosa (Org.) *Trajatórias e perspectivas da formação de educadores* (pp. 257-284). São Paulo: Editora UNESP.



Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.

Sebalo, L., e Teslenko, T. (2020). Future Teacher Training for Self-Education Activity in Physical Education at Elementary School. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională* 12(1), 105-119. doi: <https://doi.org/10.18662/rrem/202>.

Souto, D. L. P. (2013). *Transformações expansivas em um curso de educação matemática a distância online*. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102097>.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.