

SUBSÍDIOS PEDAGÓGICOS E EPISTEMOLÓGICOS DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)

PEGAGOGICAL AND EPISTEMOLOGICAL SUBSIDES OF PROBLEMATIC EXPERIMENTAL ACTIVITY (AEP)

André Luís Silva da Silva
Paulo Rogério Garcez de Moura
José Cláudio Del Pino

Resumo: Apresenta-se e discute-se neste artigo a caracterização de uma estratégia de ensino experimental às Ciências, intitulada *Atividade Experimental Problematizada (AEP)*, a partir de uma estrutura organizacional teórico-metodológica reconhecida pelos eixos *articuladores teóricos* e *momentos metodológicos*. Utilizam-se, para tanto, de fundamentações pedagógica e epistemológica, respectivamente centradas na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e na Epistemologia de Thomas Kuhn, com intenção de apresentar-se e discutir-se acerca de suas bases conceituais e proposicionais capazes de sustentar a proposta da AEP. Tenciona-se, com isso, a caracterização de um método de ensino potencialmente problematizável em sua condução e nas reflexões que a origina, em viés experimental, capaz de garantir a construção de um conhecimento científico e efetiva compreensão de seus aspectos circunscritos, fundado pela processualidade da relação teoria-prática.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Experimentação. Aprendizagem Significativa. Epistemologia de Thomas Kuhn.

Abstract: In this article we present and discuss the characterization of a strategy of experimental teaching to the Sciences, named *Problematic Experimental Activity (AEP)*, based on a theoretical-methodological organizational structure recognized by the axes *theoretical articulating* and *methodological moments*. For this purpose, pedagogical and epistemological foundations are centered, respectively on David Ausubel's Theory of Significant Learning and Thomas Kuhn's Epistemology, with the intention of presenting and discussing their conceptual and propositional bases capable of sustaining the AEP proposal. The aim is to characterize a potentially problematizable teaching method in its conduction and in the reflections that originate it, in an experimental bias, able to guarantee the construction of a scientific knowledge and an effective understanding of its circumscribed aspects, founded by the processuality theory-practice relationship.

Keywords: Science Teaching. Experimentation. Meaningful Learning. Epistemology of Thomas Kuhn.

Introdução

Ao se considerar a experimentação como contributiva aos processos de ensino-aprendizagem em Ciências, encontra-se amplo respaldo na literatura, uma vez que diversos autores tem nas últimas décadas se dedicado ao estudo, reflexão e sistematização dos aspectos teóricos e metodológicos imbuídos nas atividades experimentais e em seus derivados sistêmicos pedagógicos (CACHAPUZ, 2005; GIL PERES, 1993; GIL; CASTRO, 1996; GALIAZZI; GONÇALVES, 2004; PERRENOUD, 2000). Encontram-se, igualmente, aportes

teóricos que ratificam essa concepção em Freire (2005), quando o autor defende uma educação crítica e capaz de problematizar o conhecimento.

Numerosos objetivos podem ser elencados ao se tratar das potencialidades qualificadoras da experimentação em contribuição aos sujeitos envolvidos nos processos, em âmbitos de ensino-aprendizagem, como: diversificar as estratégias de ensino, articular saberes teóricos e experimentais, despertar interesses, reter atenção, desenvolver raciocínios lógico-dedutivos, aperfeiçoar habilidades e competências e implementar valores e atitudes. No que condiz às questões particulares às Ciências, novamente vários propósitos podem ser apontados, em diferentes aspectos, como: adequar conteúdos à natureza eminentemente experimental da Ciência, ilustrar teorias, procedimentos e conceitos, verificar hipóteses (modelo indutivista), refutar hipóteses (perspectiva falsificacionista), introduzir os sujeitos aos métodos da Ciência (método científico), utilizar da experimentação como fator de validação de teorias ou, ainda, relacionar e aproximar a Ciência de diferentes contextos (HODSON, 1989).

Como premissa para garantia de uma atividade de cunho prático contributiva àqueles que potencialmente ensinam e aprendem, considera-se substancial uma organização, ou protocolo de momentos e ações, o que aqui se denominará de *estrutura teórico-metodológica*. A literatura, nada obstante, é carente de uma conformação às atividades cunhadas como experimentais, ao menos inteligível e consolidada (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017). Ao se julgar essa estrutura como amplamente relevante aos pressupostos pedagógicos, procedimentais e atitudinais supracitados, apresenta-se a *Atividade Experimental Problematizada*, e dela passar-se-á a tratar, em prol de disposição de uma estratégia para o ensino experimental em Ciências apta a ser aplicada a diferentes contextos formais de ensino.

Atividade Experimental Problematizada (AEP)

Apresenta-se como Atividade Experimental Problematizada (AEP) um processo teórico-procedimental que se desenvolve a partir da demarcação de um problema de natureza teórica, isto é, uma experimentação que objetiva a busca por solução a dada situação-problema. Na perspectiva de uma AEP, o próprio problema apresentado pode despertar no aluno motivação, interesse, desafio intelectual e capacidade de discussão e de articulação de ideias, promovendo sua autoconfiança necessária para que busque apresentar explicações idiossincráticas aos fenômenos observados. Para que essa metodologia de trabalho possa ser bem sucedida, o professor não deve fornecer respostas prontas, ou um resultado prévio que se

deseja obter, mas novos questionamentos e desafios, com o intuito de levar o aluno a formular e reformular seu próprio entendimento, tornando-se sujeito de sua aprendizagem (CARVALHO; VANNUCCHI; BARROS, 2007). Nessa dinâmica, o professor assume a função de questionador, conduzindo perguntas e propondo problemas aos seus alunos, auxiliando-os na exploração, desenvolvimento e modificação de suas concepções, para que eles sugiram hipóteses e possíveis soluções às aparentes inconsistências com as quais se deparam (GALIAZZI; GONÇALVES, 1994; HODSON, 1994).

O ensino experimental fundamentado na busca por solução a problemas baseia-se, sobretudo, na característica que a vida tem de apresentar desafios, incentivando e capacitando os alunos a aperfeiçoarem seus métodos e habilidades a fim de tornarem-se capazes de encontrar, desenvolver e utilizar novos conhecimentos para responder a esses desafios.

Ensinar a resolver problemas não consiste somente em dotar os alunos de habilidades e estratégias eficazes, mas também em criar neles o hábito e a atitude de enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta. Não é uma questão de somente ensinar a resolver problemas, mas também de ensinar a propor problemas para si mesmo, a transformar a realidade em um problema que mereça ser questionado e estudado (POZO, 1998, p. 15).

A partir dessa concepção, uma AEP poderá propiciar aos alunos a possibilidade de autonomia e protagonismo, ao realizarem registros, discutirem resultados, levantarem hipóteses, avaliarem possíveis explicações e discutirem, entre seus pares e com o professor, as razões e as etapas do experimento. Essa atividade, contudo, deve ser sistematizada, visando a promoção de uma análise reflexiva desde sua origem, capacitando os sujeitos da ação a tornarem-se protagonistas de sua própria aprendizagem. Sob essa ótica, a função do professor não mais se configura como centralizador e fornecedor das respostas e das certezas. Antes, deve problematizar com seus alunos suas concepções e observações, as amplas leituras do experimento, auxiliando-os a reconhecer a necessidade sempre constante de outros conhecimentos e, por conseguinte, a importância do diálogo reflexivo e da pesquisa orientada na busca por uma coerente interpretação dos resultados experimentais (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2015). Ainda, como é destacada na sequência,

A interpretação de cada experiência é tentada pelos alunos e pelo professor, à medida que a própria curiosidade do aluno leve este a chamar o professor e perguntar-lhe o que está ocorrendo. É claro que muitas vezes ocorre ao professor não conseguir interpretar de imediato o que se passa, mas é justamente aí que a aula fica mais rica. É nesse momento, em que aluno e professor põem as suas cabeças a trabalhar em conjunto, que o aprendizado

se dá com maior intensidade. É nesse momento que o aluno participa intensamente da aula e aprende (ZUCCO, 2007, p. 77).

O aporte teórico da proposta de AEP defendida nesse texto define os alunos como sujeitos que desenvolvem conhecimentos em um processo no qual o professor assume a função de orientador, cuja genuinidade é específica, mas aberta. Cabe assim a constante supervalorização das perguntas e subvalorização das respostas, em uma ação dinâmica e concomitante. Em concordância ao que destaca Santos (2008, p. 126), “o papel do professor não está em revelar a realidade aos educandos, mas em ajudá-los a desvendar a realidade por si só”. Sob esse enfoque, torna-se oportuna a compreensão de que o objetivo da experimentação não deve ser a formação ou doutrinação do aluno a agir de modo único, mas despertar nele uma concepção crítica e reflexiva, bem como sua capacidade de tomada de decisões, que o auxilie, tanto cognitivamente na compreensão do fenômeno em si como em sua própria realidade contextual. Do mesmo modo, resultados e conclusões diversos devem ser esperados, uma vez que, de acordo com Latour e Woolgar (1997, p. 61), “[...] na verdade, os fenômenos dependem do material, eles são totalmente constituídos pelos elementos utilizados no laboratório”.

Desse modo, considera-se a possibilidade dos alunos em estabelecer conexões próprias entre a atividade realizada experimentalmente e os conhecimentos conceituais e proposicionais correlacionados e fundantes aos temas tratados, protagonizando seu processo de aprendizagem.

[...] sendo a ciência uma construção humana, deve-se reconhecer que no fazer ciência se desenvolve um processo de representação da realidade em que predominam acordos simbólicos e linguísticos num exercício continuado de discursos mentais, íntimos ao sujeito, e discursos sociais, propriedade do coletivo (GIORDAN, 1999, p. 46).

Para tanto, deve-se evitar o excessivo tempo destinado à realização do experimento e o curto período reservado à sua reflexão e do que dela resulta. Com objetivo de construção de uma concepção mais elaborada sobre o fazer experimental, capaz de incentivar uma estratégia investigativa, esse texto busca desenvolver uma proposta de ensino experimental que propõe a leitura, a escrita, a fala e o debate (contextualizados a amplas realidades) como indissociáveis da discussão conceitual/procedimental e técnica dos experimentos (FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008). Logo, deve-se considerar que

O pressuposto de que se deva, no ensino, esgotar um conceito para poder aplicá-lo pode ser questionado, pois é justamente nas aplicações do conceito que se explicitarão as relações a serem estabelecidas entre os conceitos.

Além disso, existem tendências na psicologia contemporânea que consideram os conceitos inseparáveis dos contextos de aplicação, uma vez que o aluno tende a recuperar conceitos a partir desses contextos de aplicação e não no vazio (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000, p. 275).

A utilização de um laboratório de Ciências, tendo em vista uma perspectiva de abordagem científica problematizada, pode estimular a curiosidade investigativa dos alunos, quando esses são desafiados cognitivamente. Contudo, não é imprescindível, sob um estereótipo consagrado, tampouco a mera inserção do aluno em ambientes de atividades práticas não é fonte suficiente de motivação e/ou compreensão. É necessário que exista um confronto cognitivo com problemas propostos e reflexão das ideias apresentadas (GUIMARÃES, 2009). Nesta direção, o modo pelo qual a atividade experimental é proposta e realizada, as reflexões originadas e a associação às suas bases conteudinais se sobrepõe à própria experimentação (AXT, 1991). Além disso, nenhuma atividade experimental isoladamente logra desenvolver os efeitos esperados aos processos de ensino e aprendizagem no que diz respeito à sua possibilidade de promoção de autonomia intelectual do sujeito (HODSON, 1994).

Em correspondência a isso, Guridi e Islas (2008) citam alguns critérios que devem ser priorizados no momento de se elaborar uma atividade prática capaz de gerar significados: (a) despertar a motivação dos alunos; (b) atividades que consideram ideias prévias sobre o fenômeno a estudar e que permitam aos alunos emitir suas próprias hipóteses; (c) os alunos devem desenvolver diferentes formas de experimentação; (d) estimular a discussão entre os grupos; (e) que as experiências enfatizem aspectos qualitativos e não somente quantitativos; (f) introduzir, na medida do possível, a história da Ciência para permitir ao aluno conhecer os problemas que existiam na comunidade científica em um determinado momento e a forma como foram abordados. Corroborando com os autores, acrescentam-se alguns objetivos de uma experimentação de cunho problematizado: (a) motivar o aluno, estimulando seu interesse; (b) desenvolver habilidades em laboratório; (c) oportunizar a Aprendizagem Significativa de conceitos científicos; (d) introduzir a metodologia científica e desenvolver o raciocínio através de sua utilização; (e) desenvolver certas “atitudes científicas”, tais como objetividade, interpretação e criatividade; (f) coletar, registrar e discutir dados. Isso posto, convém destacar que

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como “projetos de investigação” favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes, tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a

obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais (LEWIN; LOMÁSCOLO, 1998, p. 148).

Considera-se o registro de dados, muitas vezes subvalorizado em atividades dessa natureza, como uma etapa capital a toda atividade científica, pois este é o elemento básico para uma interpretação. Nessa perspectiva, a AEP deve abranger, desde seu início, uma rigorosidade metódica indispensável à aproximação epistemológica do objeto a ser caracterizado. Complementa-se esse processo com discussões orientadas após a atividade experimental, as quais propiciam condições de trocas de ideias e aprofundamento de argumentações. Mortimer; Machado e Romanelli (2000) afirmam que atividades práticas realizadas isentas – ou desarticuladas – de momentos de discussão teórico-prática são, na maioria das vezes, insuficientes quanto aos seus propósitos. Em contrapartida, uma atividade experimental, em viés de AEP, poderá trazer resultados sobremodo satisfatórios aos processos de ensino-aprendizagem, repercutindo em uma importante estratégia pedagógica para abordagens científicas, em laboratório de Ciências, didáticos ou mesmo em sala de aula.

Estrutura teórico-metodológica da AEP

Propõe-se como Atividade Experimental Problematizada (AEP) uma estratégia para o ensino experimental em Ciências, sob dois principais eixos, um de natureza teórica e outro metodológica, associativos e indissociáveis. Desse modo, mostra-se no Quadro 1, em síntese, seus fundamentos denotativos, tratados como eixos teórico (e seus *articuladores*) e metodológico (e seus *momentos*).

Quadro 1. Síntese dos elementos denotativos da AEP: teóricos e metodológicos.

eixos	
TEÓRICO	METODOLÓGICO
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: #e0f2f1; padding: 5px; font-weight: bold; margin-right: 5px;">articuladores</div> <div style="padding-left: 10px;"> <p>a. Proposição de problema</p> <p>b. Objetivo experimental</p> <p>c. Diretrizes metodológicas</p> </div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); background-color: #e0f2f1; padding: 5px; font-weight: bold; margin-right: 5px;">momentos</div> <div style="padding-left: 10px;"> <p>i. Discussão prévia</p> <p>ii. Organização/desenvolvimento</p> <p>iii. Retorno ao grupo de trabalho</p> <p>iv. Socialização</p> <p>v. Sistematização</p> </div> </div>

Considera-se como eixo teórico da AEP um processo de experimentação que se estrutura a partir da demarcação, elucidação e *proposição* de um *problema* de natureza teórica, isto é, uma AEP configura-se teoricamente como uma estratégia de busca por solução

a dada situação-problema. A partir de então, são configurados um *objetivo experimental*, tratando-se, sob uma perspectiva geral, do que se espera desenvolver empiricamente em termos de produto/ação final experimental, e *diretrizes metodológicas*, como orientações às ações que resultarão no esperado produto experimental. Sendo assim, a proposta de ensino experimental cunhada como AEP propõe uma articulação entre objetivo experimental e diretrizes metodológicas, a partir da proposição e da análise crítica de um problema, preferencialmente contextualizador, isto é, contendo elos associativos a diferentes contextos, conforme mostra a Figura 1.

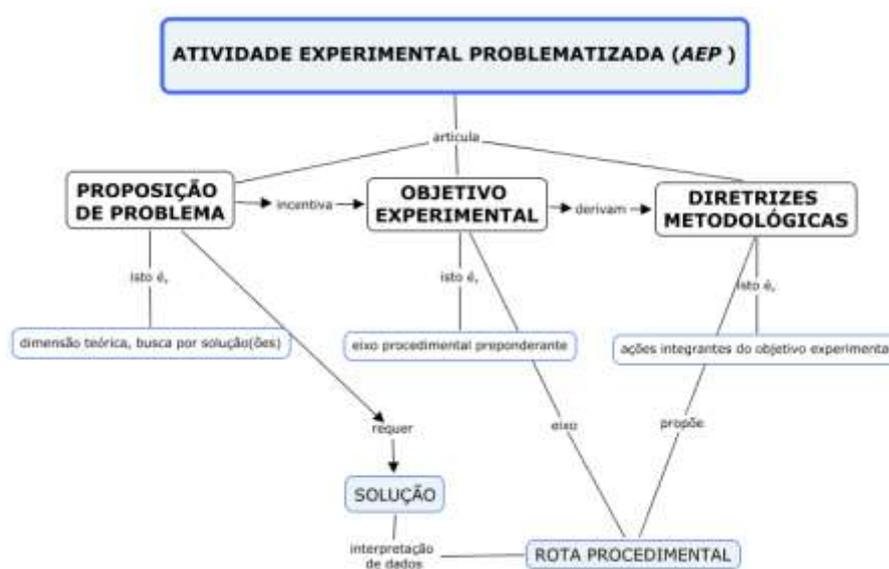


Figura 1. Articuladores teóricos para a proposta de AEP.

Dessa forma, parte-se da proposição de um problema, de natureza teórica, potencialmente contextualizado. Esse problema requer um objetivo experimental, do qual derivarão proposituras orientadoras às ações experimentais, denominadas de diretrizes metodológicas. A elaboração, apresentação e elucidação desses eixos configuram-se como atribuições do professor, o sujeito propositos e organizador da atividade experimental, laboratorial ou em ambiente por ele deliberado como de maior adequação.

O **problema proposto** (que poderá ser pluralizado) como origem da AEP requer a elaboração de uma solução, ou sua derivação em novos problemas, distinguindo-se de uma mera questão ou da singularidade de uma pergunta, as quais satisfazem-se com uma resposta, correta ou incorreta. Ainda nesta vertente, problemas privilegiam processos, remetem ao uso de estratégias, métodos, técnicas próprias de investigação sistêmica, ao passo que questões atendem-se ao resultado (único, no caso da questão, múltiplo, no caso do problema).

Genuinamente, um problema integra-se de uma situação exigente de um maior grau de amplitude, não se podendo atribuir acerto ou erro tão somente a partir do que dele resulta, tendo em vista amplas possibilidades metodológicas imbuídas em sua condução. Possui uma natureza teórica, preferencialmente contextualizada. Para sua solução, incentiva a busca por uma rota de ações experimentais adaptativas a diferentes realidades, que levarão a dados que, após coletados, compreendidos e interpretados, poderão conduzir os sujeitos a uma perspectiva de solução, qualitativa ou quantitativa. Sob a fundamentação desse problema, segue-se pela elaboração de um objetivo experimental.

O **objetivo experimental**, geral e abrangente, às propostas de atividades práticas deverá tomar como fundamento o que se espera obter a partir da experimentação, sob uma amplitude básica e geral. Sendo assim, levará a resultados, mas não necessariamente à solução do problema proposto. Ao término dos procedimentos empíricos, o que se pretende obter? Que produto/objeto poderá ser gerado? Trata-se do eixo experimental final que norteará a principal ação a ser desenvolvida, isto é, de uma técnica para a qual necessitar-se-á de ações capazes de concretizá-lo. Deriva-se em diretrizes metodológicas.

As **diretrizes metodológicas**, por sua vez, constituem-se de um roteiro de ações práticas derivadas do objetivo experimental. Atuam como proposituras orientadoras aos procedimentos a serem realizados. Não devem ser admitidas como um fator limitador da experimentação, pois admite-se aqui que a aprendizagem é limitada ao se tratar da experimentação sob vieses observacionais ou procedimentais fechados, do tipo “receita-de-bolo”. Contudo, tais diretrizes surgem como uma etapa necessária, a qual oferece o estabelecimento das primeiras ações e norteia os fazeres gerais. Com isso, tampouco reduzem-se a imposições ou receituários a serem seguidos com rigorosidade, podendo ser modificadas a qualquer tempo por professor e/ou alunos. Além disso, visam à inteligibilidade do objetivo proposto e incentivam uma discussão entre os integrantes do grupo de trabalho anterior e concomitante às suas ações, fatores considerados cruciais para organização das ideias individuais e estabelecimento de uma ação conjunta. Sob esta argumentação, sugere-se que em dadas experimentações alguns problemas propostos distinguem-se de suas diretrizes, em natureza e conteúdo, uma vez que o propósito das diretrizes metodológicas é oferecer respostas ao objetivo experimental, mas não propriamente ao(s) problema(s) proposto(s).

Ao se problematizar informações e observações, desenvolvem-se condições para que possam ser efetivamente significativas e socialmente compartilhadas. Com base em Echeverría e Pozo (1998, p. 15), um problema pode ser definido como “uma situação que um

indivíduo ou um grupo quer ou precisa resolver e para qual não se dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução”. Desse modo, o objetivo experimentalmente proposto deve servir como um propósito amplo, genérico, à obtenção de um produto teórico a partir de ações processuais, não levando a soluções previamente esperadas e tampouco carente de possibilidades profusas de interpretações, pois um único fenômeno pode ser interpretado de várias maneiras (MORTIMER, 1995). Surge, conseqüentemente, como uma fonte de ignição capaz de desencadear uma reação de combustão, a qual poderá então desenvolver-se a partir de seus próprios méritos.

Derivando-se, portanto, do objetivo experimental, norteando a busca por seu produto, propõe-se procedimentos capazes de orientar as ações a serem desenvolvidas experimentalmente, contudo, flexíveis e adaptáveis. Isto se justifica, em um primeiro momento, ao estabelecer as primeiras ações e organizar as demais, por favorecer a compreensão dos aspectos técnicos e procedimentais envolvidos na experimentação, orientando um caminho metodológico adequado ao que se propõe. Além disso, atividades que abandonam a rígida orientação de procederes podem ampliar o espaço para debates contextualizados entre os alunos e o professor, proporcionando condições capazes de enriquecer aos processos de ensino e de aprendizagem, visto que a organização de informações com potencialidade de produção de conhecimento ocorre fundamentalmente nos entremeios do processo experimental (GIL PÉREZ; CASTRO, 1996; GIORDAN, 1999). Aliado a isso, de acordo com Delizoicov e Angotti (1992), as atividades experimentais constituem um método colaborativo aos processos de ensino e de aprendizagem quando orientadas de maneira que haja abertura para discussões e interpretações dos dados obtidos, propiciando situações de investigação e despertando o interesse do aluno pela formação e apreensão do conhecimento.

Com relação aos eixos metodológicos configuradores da AEP, propõe-se seu desenvolvimento em uma sequência didática constituída por cinco momentos, iniciando-se por uma discussão aberta e introdutória envolvendo professor e alunos e consolidando-se pela sistematização de um produto final elaborado pelos alunos. Tais fases, contudo, são dinâmicas e poderão adequar-se aos propósitos específicos dos sujeitos envolvidos e às ações previstas, cabendo sua análise crítica desde o planejamento da atividade. A Figura 2 busca esquematizar essa rota de ações.

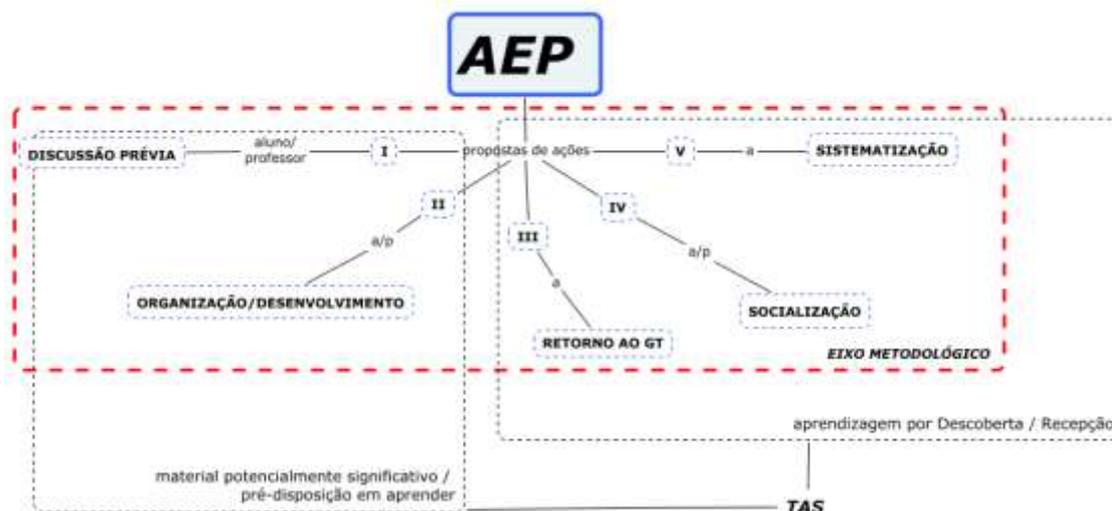


Figura 2. “Momentos” metodológicos para a proposta de AEP.

A elaboração de uma sequência didática (um plano de ensino) que ofereça suporte aos trabalhos pedagógicos em sua dimensão metodológica não deve ser considerada como uma atividade educacional corriqueira. Anastasiou e Alves (2009, p. 64) apontam que durante muito tempo as ações educativas eram organizadas a partir de planos de ensino que “tinham como centro do pensar docente o ato de ensinar; portanto, a ação docente era o foco do plano”. Verifica-se que hoje essa perspectiva de centralidade no professor não representa um subsídio inquestionável, pelo contrário, a elaboração de um processo que ofereça condições a professor e alunos igualmente interagirem, cada um ao seu tempo, pode ser compreendido como integrante de uma importante estratégia didática.

Muitas são as possibilidades de elaboração de um plano de ensino com centralidade metodológica em seus sujeitos envolvidos, em um encadeamento da experimentação em Ciências. Gandim (1994), Gil (2012), Anastasiou e Alves (2009) afirmam que não há um modelo fixo a ser seguido, mas que um consistente plano de ensino deve apresentar uma sequência coerente dos elementos necessários aos processos de ensino e de aprendizagem. Tendo em vista a AEP apresentada e discutida aqui, consideram-se as ações a seguir, em sua sequenciação, como uma estratégia pedagógica condizente aos seus propósitos de estrutura teórica e metodológica para uma Aprendizagem Significativa, todavia, não em um formato de rigidez, mas incentivador de um ensino permissivo de reconstrução por seus sujeitos integradores. Essas ações, pautadas por temáticas de contextualização, são estruturadas a partir da derivação de uma interpretação aberta dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1992), a saber: problematização, organização e sistematização do conhecimento.

Cabe ainda ratificar-se a importância da coparticipação de professor e alunos em cada uma das ações a serem apresentadas e discriminadas, a partir de um convencimento do professor com relação às melhores condições teóricas e metodológicas potencialmente nelas envolvidas, tendo em vista, obviamente, seu perfil docente, sua concepção em Ciências, seu posicionamento como educador e os meios e recursos dos quais dispuser. Tem-se, com isso, cinco momentos: (i) discussão prévia, (ii) organização/desenvolvimento da atividade experimental, (iii) retorno ao grupo de trabalho, (iv) socialização e (v) sistematização. Seguem descrições.

(i) Discussão prévia: como ação desencadeadora do processo, propõe-se uma discussão introdutória com identificação dos conhecimentos prévios dos alunos. Pode ocorrer por meio de uma discussão teórica, com exposição dialogada de tópicos referentes às principais temáticas a serem experimentalmente abordadas, pela utilização de materiais impressos, como textos, questões, questionários abertos, ou ainda por outro instrumento. O objetivo central deste momento, em moldes da Teoria da Aprendizagem Significativa em suas conceituações para *subsunçores* e *conhecimento prévio* (AUSUBEL, 2003), consiste em apresentar (e aprofundar) a temática com a coparticipação dos alunos. Em uma perspectiva de abrangência, investigar seu conhecimento inicial sobre e, a partir dessa investigação, introduzir fundamentos científicos teóricos capazes de orientar as próximas etapas do processo. Esse método envolve, em sua elaboração, desenvolvimento e avaliação, alunos e professor.

(ii) Organização/desenvolvimento da atividade experimental: de um modo geral, visa à organização da experimentação, em sua natureza metodológica. Consiste na apresentação do problema teórico (elaborado, identificado ou selecionado) e de suas derivações em objetivo experimental e diretrizes metodológicas. Segue-se pela implementação coletiva de uma organização para o trabalho experimental, envolvendo a disposição dos alunos em pequenos grupos de trabalho, discussões iniciais em seus grupos e levantamento de hipóteses a partir do problema proposto e dos conhecimentos prévios dos alunos. Segue-se à execução da atividade experimental, onde os alunos realizam a experimentação a partir de sua interpretação própria da AEP disposta, registram informações e observações diretas em diário de bordo, por meio de descrições, imagens, tabelas, gráficos, ou qualquer outro recurso pertinente. Esse processo envolve, em sua elaboração, desenvolvimento e avaliação, alunos e professor.

(iii) Retorno ao grupo de trabalho: visa à reflexão e discussão *intra* grupos de trabalho, seguidas pelo arranjo das informações registradas. Após a execução da atividade experimental, os alunos retornam ao seu grupo de trabalho para ordenação dos registros pertinentes. Nesse momento, passam ao desenvolvimento cognitivo balizador para uma compreensão dos resultados experimentais obtidos, seguida pela interpretação conjunta dialógica desses e perspectivas de solução ao problema proposto no início da atividade. Fundamentalmente, passavam-se ao desenvolvimento de um tratamento de dados capaz de levá-los a uma solução geradora de convencimento ao coletivo, pela logicidade argumentativa que poderá representar. Esse processo envolve, em sua elaboração e desenvolvimento, fundamentalmente os alunos. O professor em sua avaliação, ao encaminhar-se a cada grupo de trabalho e acompanhar *in loco* os fazeres diversos.

(iv) Socialização: objetiva incentivar um diálogo entre os diferentes grupos de trabalho, tendo em vista distinções metodológicas que poderão levar a resultados e a conclusões distintas. Consiste no oferecimento de um espaço coletivo à troca de ideias referentes aos procedimentos realizados durante a técnica; suas concepções de acertos e erros experimentais e suas perspectivas de elaboração de uma explicação teórica qualificada a oferecer solução ao problema proposto. Trata-se de um espaço aberto para amplas discussões, as quais poderão direcionar-se também aos aspectos teóricos imbuídos, conforme as diretrizes efetivamente utilizadas no desenrolar do processo. Envolve, em sua elaboração, desenvolvimento e avaliação, alunos e professor.

(v) Sistematização: considera-se a elaboração de um produto como estratégia imprescindível à geração de conhecimento. Sistematiza o registro das conclusões geradas em sua possível proximidade a uma solução aceitável ao problema proposto. Trata-se de uma atividade que deverá apresentar certa individualidade. Pode ocorrer por meio da utilização de material impresso referente ao tema, seguida por uma produção textual pelo aluno a partir do conhecimento que produziu, das informações tratadas e coletadas, de questões orientadoras e dos elementos derivados de pesquisas teóricas. Fundamenta-se pela correlação com o primeiro momento, o qual tratou das preconcepções do público-alvo com relação ao tema e sugeriu um embasamento científico inicial ao seu desenvolvimento em dimensão cognitiva. Genuinamente, é capaz de oferecer ao professor importantes unidades avaliativas dos processos de ensino e de aprendizagem, em sua dimensão significativa. Envolve, em sua elaboração e desenvolvimento, fundamentalmente os alunos. O professor como avaliador do processo.

Consideram-se as ações – ou momentos – apontadas como imprescindíveis a uma atividade de ensino que ofereça subsídios aos aspectos teóricos da AEP, com base em fundamentos de Aprendizagem Significativa. Outras ações, entretanto, de natureza complementar ou ampliativa, poderão ser incorporadas, tomando-se como pressuposto suas condições inteligíveis aos objetos de aprendizagem e à adequação sistêmica do método ao perfil do professor, potencialidade cognitiva dos alunos e a outros fatores imensuráveis e/ou pontuais.

De acordo com essas bases, infere-se como fator diferenciador entre a experimentação problematizadora, defendida na literatura como uma associação entre a experimentação e a resolução de problemas (FRANCISCO Jr.; HARTWIG; FERREIRA, 2008) e a AEP, apresentada e discutida nesse texto, fundamentalmente a sequenciação de suas ações de destaque, bem como suas derivações conceituais e procedimentais. A primeira, de um modo sinótico, propõe a investigação/resolução de um problema a partir de uma experimentação. A AEP inverte essa rota; apresenta esse problema em sua origem, isto é, propõe-se uma experimentação tendo-se como base a demarcação de um problema, de natureza teórica, a partir do qual se desenvolverá uma proposta de ações experimentais, como uma de suas possibilidades metodológicas e processuais para obtenção de uma possível solução àquele. De um modo mais elucidativo, em AEP, um problema teórico dá origem a uma atividade experimental, em sua estrutura teórico-metodológica.

Subsídios Pedagógico e Epistemológico da AEP

Considerando-se que a práxis do professor de Ciências, em sala de aula ou em laboratório, infere-se e alimenta-se a partir de suas concepções de *ensino* e de *Ciência*, pondera-se como imprescindíveis tratar-se de aportes pedagógicos e epistemológicos capazes de atuarem como bases teórico-metodológicas ao planejamento, desenvolvimento e avaliação da proposta experimental aqui discutida. Nessa intenção, passar-se-á a considerar a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e a Epistemologia de Thomas Kuhn (ETK) como condizentes ao que se propõe: um Ensino de Ciências experimental habilitado a gerar significados e contribuir à apropriação e articulação de informações à produção de saberes científicos, de modo crítico e reflexivo, com impactos na coletividade, fundamentados na qualificação cognitiva individual, na interação social e no confronto de ideias e argumentos.

Subsídio pedagógico: relações AEP vs. TAS

O conceito fulcral da teoria de Ausubel, a Aprendizagem Significativa, configura-se como o processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de uma forma não arbitrária e não literal, a uma rede de conhecimento específica, a qual Ausubel (1978) denomina de *subsunçor*, previamente existente na estrutura cognitiva, isto é, no conjunto de saberes e sua organização, do sujeito que aprende. Assim, pode-se tomar por subsunçor um conceito e/ou uma ideia existente na estrutura cognitiva do aprendiz, capaz de servir como *âncora* a uma nova informação, isto é, apta a lhe propiciar sentido, de modo que passe a representar um novo significado para ele. Desse modo, novas ideias, conceitos ou proposições podem ser aprendidas significativamente na medida em que outras ideias, conceitos ou proposições, relevantes e inclusivas, encontrarem-se, em uma especificidade adequada, na estrutura cognitiva do indivíduo e atuem como *ponto de ancoragem* ao novo conhecimento pretendido (MOREIRA, 2006).

O processo de aprendizagem, em seu aspecto significativo, não se restringe, todavia, apenas à influência direta dos subsunçores sobre componentes de novas informações, mas também estabelece importantes modificações nesses elementos, a partir de sua associação às novas informações. Dessa forma, existe uma interação entre os novos conceitos com aqueles que os serviram de âncora, sendo ambos modificados nesse processo. Uma aprendizagem dita significativa estabelece, portanto, uma associação, e não apenas uma interação, entre aspectos da estrutura cognitiva do aprendiz com novas informações, de modo que aquelas passarão a adquirir um significado efetivo e irão incorporar-se à estrutura cognitiva modificada, servindo como ponto de ancoragem a temáticas futuras de maior complexidade.

De um modo abreviado, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) estabelece que a assimilação trata-se do evento que ocorre quando uma ideia, conceito ou proposição a , potencialmente significativa, é percebida sob uma ideia, conceito ou proposição (subsunçor), A , previamente estabelecida na estrutura cognitiva do aprendiz. E, não somente a informação a como o conceito subsunçor A são modificados nesse processo. Ambos produtos dessa associação, a' e A' , permanecem relacionados como coparticipantes de uma nova unidade cognitiva. Assim, o fidedigno produto do processo interacional que caracteriza a Aprendizagem Significativa não se restringe apenas ao novo significado de a' , mas inclui similarmente a modificação da ideia inicial (do subsunçor), isto é, de A' (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

Sob esse ponto de vista, admite-se que a aprendizagem ocorre de modo disciplinado, integrador entre novas percepções e a estrutura cognitiva do sujeito, através de saberes organizados sistematicamente e de forma categórica. Necessita-se, logo, de um saber específico, prévio, presente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende para que a aprendizagem possa ocorrer de modo significativo. Este consiste no primeiro fator, apontado por Ausubel (1978, 2003), como imprescindível à aprendizagem: a *estrutura cognitiva específica*. Conforme Moreira e Massini (1982, p. 23), “[...] nela devem estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos com os quais o novo material é relacionável”. Entretanto, a implicação de dois outros fatores é indispensável para que algo possa ser significativamente compreendido: dispor-se de um *material potencialmente significativo* e a *pré-disposição do sujeito em aprender*. O instrumento ou recurso atuante como ou a partir do objeto de ensino, enquanto expressivo, deve ser adequado a relacionar o novo “conhecimento” ao prévio. Com relação à pré-disposição do sujeito em aprender, verifica-se o mérito de estratégias pedagógicas à apresentação/utilização de dado conteúdo que potencialmente satisfaça à segunda condição apontada (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 1983).

Paralelamente, é adequado inculcar-se a esse contexto os conceitos de *aprendizagem por descoberta* e *aprendizagem por recepção*. Em conformidade com Ausubel (2003), no processo da aprendizagem receptiva, aquilo que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, sem que ele necessite desenvolver correlações ou interações mentais a fim de chegar a dado objeto. No processo da aprendizagem por descoberta, todavia, o conteúdo principal a ser entendido caberá ser desvendado, engendrado. Contudo, por recepção ou por descoberta, a aprendizagem apenas terá natureza significativa caso o novo conteúdo seja absorvido e incorpore-se à estrutura cognitiva daquele que aprende, sob crivo das três condições supracitadas.

No que tange à rotina escolar, advoga-se aqui a tese de que o professor reconhece que na maior parte do tempo a ação pedagógica apoia-se em um processo de aprendizagem por recepção, pois, dentre outros fatores, em muitos casos o aprendiz não apresenta um desenvolvimento cognitivo suficiente para que descubra conteúdos e os tornem significativos por si próprio. No entanto, um modo de aprender não deve ser preterido a outro; sequer há uma hierarquia meritória entre ambos. A ação da aprendizagem, por recepção ou por descoberta, poderá ser igualmente significativa ao aluno, ao mobilizar sua estrutura cognitiva, sua pré-disposição em aprender e ser apresentado e conduzido pelo professor à feição potencialmente significativa.

A proposta para um Ensino de Ciências experimental, sob moldes de AEP, está alicerçada à TAS de Ausubel (1978, 2003) ao considerar-se que esse método apresenta os fundamentos condizentes a uma inteligível interpretação de um processo de construção de conhecimento, a partir do esforço cognitivo em articular informações de natureza científica. Isso se apoia no argumento de que a experimentação, tendo em vista os critérios teóricos e metodológicos da AEP, promove um mais acentuado interesse do aluno para com as temáticas propostas, oferecendo-lhe condições adequadas à aprendizagem a partir de alterações em sua estrutura cognitiva, tendo em vista sua deliberada intenção a este fim.

Ao centralizar-se essa argumentação ao eixo metodológico da proposta experimental da AEP, mostra-se na Figura 3 uma vinculação entre seus dois primeiros momentos às proposições em TAS de *material potencialmente significativo* e *pré-disposição* do sujeito *em aprender*. Isso se justifica ao considerar-se que a estrutura proposta nas ações *discussão prévia* e *organização/desenvolvimento* da atividade experimental favorecem ambas proposições, uma vez que estabelecem linhas gerais aos objetos/objetivos cognitivos de aprendizagem e, com isso, potencialmente tencionam diferentes saberes em prol de um objetivo comum. De modo análogo, há relação interdependente entre os demais momentos da AEP e as aprendizagens por *descoberta* e por *recepção*, à luz da TAS. Essa composição se sustenta devido às três ações metodológicas conclusivas da AEP, a saber: *retorno ao grupo de trabalho*, *socialização* e *sistematização* de conhecimentos, sugerirem e incentivarem reflexões e trocas de experiências e de percepções entre os executores das ações, apoiando ambos métodos de aprender significativamente. Em outros termos, a experimentação é promotora de aprendizagens significativas por descoberta e por recepção, visto que desenvolve-se distintamente, mesmo contendo objetivos comuns e compartilhados, a partir de sua abertura em exames e críticas vivencialmente e hermeneuticamente amplas.

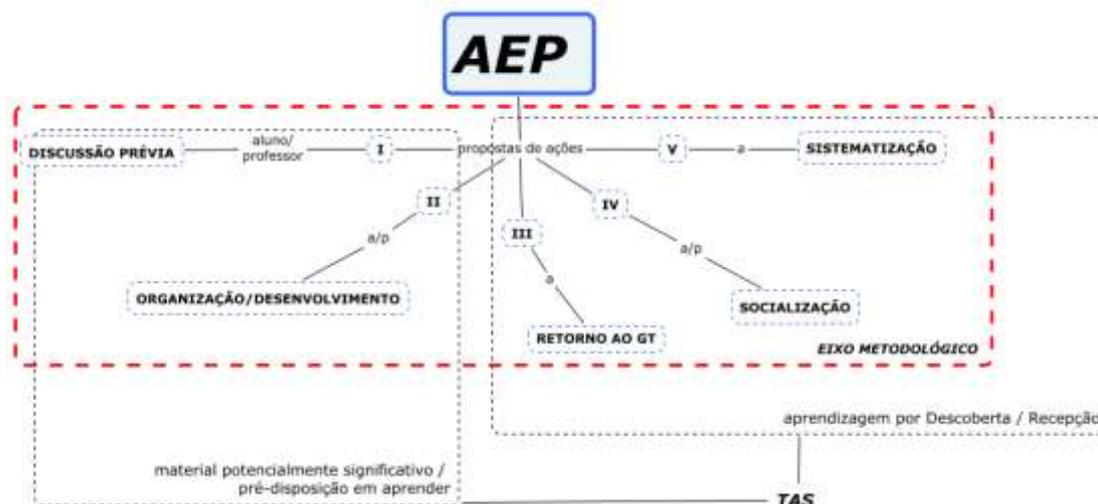


Figura 3. Associação entre AEP e TAS; aspectos metodológicos.

A organização de um objeto de estudo, em seu planejamento didático-pedagógico, em sua sequenciação, amplitude e flexibilidade equilibradas, bem como seu consequente favorecimento da intenção em inteirar-se das temáticas e perturbar-se com inquietações cognitivas psicológicas repercutem como condições indispensáveis à aprendizagem, tendo em vista a teoria aqui defendida. Ao se propor discussões introdutórias, buscando-se conhecer preconceções, experiências e expectativas, estabelecer-se-ão linhas experimentais de trabalho e desenvolver-se-ão ações capazes de dialogar com amplas realidades, sem com isso afastar-se em demasia das metas gerais propostas. Inequivocamente, congregam-se assim estratégias pedagógicas aptas a incentivar sujeitos ao desígnio de dada aprendizagem. Aliado a isso,

[...] a criação e recriação do conhecimento na escola não está apenas em falar sobre coisas prazerosas, mas, principalmente, em falar prazerosamente sobre as coisas; ou seja, quando o educador exala gosto pelo que está ensinando, ele interessa nisso também o aluno. Não necessariamente o aluno vai apaixonar-se por aquilo, mas aprender o gosto é parte fundamental para passar a gostar (CORTELLA, 2011, p.102).

Insiste-se neste ponto por supor-se que o favorecimento da pré-disposição do aluno em aprender afigura-se como a condição necessária à aprendizagem mais distante do alcance do professor, em vista a depender exclusivamente desse aprendiz. Com isso, cabe ao docente garantir uma investigação inicial de conhecimentos prévios e uma apresentação/desenvolvimento de temáticas sob uma estruturação iminentemente atrativa, ante aspectos de estruturação lógica e utilitária, tendo em vista a sugestão do intuito em aprender. Contudo, cabe ressalva que iniba uma compreensão do termo utilitária atrelada a uma dimensão redutora, pois considera-se que conteúdos escolares podem e devem

possibilitar aos alunos compreensões próprias de sua realidade, suscitando seu fortalecimento como cidadão. Nesta vertente,

[...] algumas pessoas têm uma relação amorosa com o objeto de interesse delas, com o papel que exercem. E essas pessoas conseguem transmitir isso para os outros, para aqueles que a cercam. [...] É preciso acreditar no que se faz. Acreditar que ensinar é um prazer, que é fundamental transmitir aquilo para o aluno. É assim que funciona. Não existe fingimento nessa área. O aluno é atento: ele está parado, ouvindo o que o professor fala. Se ele percebe que há uma contradição, que o professor não está seguro do que diz, pode esquecer, rompeu-se a relação de confiança. É por isso que, de 200 professores, cada aluno é marcado por cinco ou seis (VARELLA; NICOLELIS, 2008, p. 45-46).

Tendo em vista seus aspectos gerais, conjectura-se que a proposta de ensino experimental em Ciências denominada AEP atua como um dispositivo potencializador da pré-disposição do sujeito em aprender, ao satisfazer suas duas condições de aprendizagem anteriores, em diretrizes de TAS. Isto se pondera tendo em vista seus ensejos potenciais em despertar o interesse do sujeito que aprende, ao evidenciar relevância, utilidade e logicidade às temáticas tratadas, disposta por dado objeto de estudo. Em suas especificidades, o problema proposto – pois dele derivar-se-ão o objetivo experimental e as diretrizes metodológicas – deve aproximar-se a ponto de interagir com elementos subsunçores previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ação favorecida ao demarcar-se essa problematização a partir de sua realidade contextual. Com isso, metodologicamente poderá se garantir um ensino experimental de Ciências gerador de aprendizagens significativas, ao se considerar, concomitantemente, o subsídio epistemológico da AEP.

Subsídio epistemológico: relações AEP vs. ETK

Possivelmente o mais conhecido e debatido conceito-chave da epistemologia de Thomas Kuhn (ETK) é aquele por ele denominado *paradigma*. Como possível definição contemporânea para o termo, podem-se apontar as realizações científicas universalmente reconhecidas, que, durante algum tempo, fornecem problemas acompanhados de soluções exemplares para uma comunidade de praticantes de uma Ciência (KUHN, 1998). Conforme complementam Sacristán e Gómez (1998, p. 100), é o próprio paradigma que define “[...] o objeto de investigação, o tipo de problemas que colocar e resolver, a própria essência dos processos de investigação, as estratégias, as técnicas e os instrumentos que se consideram mais adequados e os critérios de validação e legitimação do conhecimento produzido”.

Essa concepção elucidada que o paradigma não se restringe a um conjunto de regras específicas de se fazer Ciência, mas as promove, precedendo a pesquisa científica, mesmo em

casos de ausência universal de regras. Com isso, Kuhn particulariza-se ao assumir uma postura sociológica da Ciência, por meio da qual uma comunidade de praticantes compromete-se com conjuntos de convenções paradigmáticas e trabalha em prol de compatibilizar a natureza ao paradigma, jamais o contrário. Não há imprescindibilidade, portanto, da premência de um conjunto de regras para a determinação de um paradigma; essa busca, capaz de constituir uma tradição determinada do que *se fazer* e do que *não se fazer* em Ciências, é, contudo, uma fonte inesgotável de frustração epistemológica (FERREIRA; SILVA; VERDEAUX, 2018).

De acordo com Kuhn (1998; 2001; 2002), um paradigma adquire seu *status* científico porque é momentaneamente mais bem-sucedido de que seus competidores na resolução de problemas que um grupo de cientistas reconhece como inquietantes, até que, progressivamente, ceda lugar a outro melhor preparado ou adaptado. Segundo Chalmers (1993), o paradigma incorpora um arcabouço conceitual específico, por meio do qual o mundo é visto e no qual ele é descrito, além de constituir um conjunto de técnicas experimentais e teóricas hábeis a tornar possível sua correspondência com a própria natureza.

Todavia, não há possibilidades de que essa correspondência – Ciência (paradigma)-Natureza – seja a mais adequada e insuperável. O compromisso da Ciência não se configura, portanto, em desvendar verdades e fixar demarcações de caráter exato. Pode-se, com isso, destacar-se uma perspectiva *kuhniana* a respeito de um eminente não determinismo científico, argumento relevante aos propósitos aqui discutidos.

Considera-se *exato* como o intrinsecamente definido e imutável. Com isso, ao mencionar-se um conhecimento como naturalmente *não determinista* e, sobretudo, ao aproximá-lo da caracterização de conhecimento científico, se entende que ele deva conter elementos que o tornem suscetível a alterações, em vista dos distintos nichos contextuais e da inexistência de uma visão consensual dos praticantes de uma comunidade científica. Esse conhecimento, portanto, não deve ser interpretado como definitivo ou imutável, e se aproxima hermeneuticamente de uma concepção epistemologicamente contemporânea do conhecimento científico (FERREIRA; SILVA; VERDEAUX, 2018). À guisa disso,

[...] as escolhas, as possibilidades, a incerteza, são ao mesmo tempo propriedades do universo e (também) são próprias da existência humana. Elas abrem novas perspectivas para a ciência e uma nova racionalidade, aonde a verdade científica não mais é sinônimo de certo, ou determinado, e aonde o incerto e o indeterminado não estão baseados na ignorância, no desconhecimento. [...] A marca do nosso tempo é uma ciência em que o ser e a estabilidade deram passagem para a evolução e a mudança (PRIGOGINE, 2002, p. 21).

Ao se considerar um advento científico paradigmático não preso a certezas e convicções, se desenvolvem concepções favoráveis à aprendizagem de seus conceitos/proposições/teorias, uma vez que atividades próprias e sistêmicas de apropriação, reflexão e interpretação são aventadas, bem como suas consequências idiossincráticas. E, ainda, essas proposições podem acarretar percepções vigentes e menos ingênuas sobre Ciência, seu papel na sociedade e sobre o trabalho desempenhado pelos cientistas. Conforme advertem Sacristán e Gómez (1998, p. 59), sob esse olhar, “a ciência é considerada como um processo humano e socialmente condicionado de produção de conhecimento”. Nesse mesmo contexto, Cortella (2011, p. 92) aponta que

A aproximação com a verdade depende da intencionalidade e esta é sempre social e histórica; assim, a exatidão não se coloca nunca como absoluta, eterna e universal, pois a intencionalidade também não o é. A intencionalidade está inserida no processo de as mulheres e os homens produzirem o mundo e serem por ele produzidas e produzidos, com seus corpos e consciências e nos seus corpos e consciências.

Conforme pretendeu-se subliminarmente exaltar, esse não determinismo científico, demarcado e caracterizado por sucessões contínuas entre paradigmas, não acarreta em perdas ou inconsistências teóricas ou metodológicas, pelo contrário, promove e incentiva procedimentos investigativos que aproximam teoria e experimento, e induzem concepções diversas sobre um mesmo fenômeno; e as valoriza. Isso se mostra pedagogicamente favorável, ao se considerar que o aluno invariavelmente entenderá algo diferente da forma com a qual o professor entende (SCHNETZLER; ARAGÃO, 1995).

Ao imergir-se no eixo teórico da proposta experimental da AEP, mostra-se na Figura 4 uma vinculação entre seus articuladores *proposição de problema* e *diretrizes metodológicas*, respectivamente, às propostas epistemológicas kuhnianas de *adaptação teoria-experimentação (T-E)* e *guia de planejamento experimental (E)*. Com relação ao primeiro encadeamento, o tratamento experimental de uma Ciência não se restringe a comprovações ou refutações de aspectos teóricos previamente considerados, mas pode ser pedagogicamente mais engrandecedor. Deve-se estar atento às possibilidades de ganhos de significados ocorrerem na condução da prática experimental, de modo concomitante ou anterior ao tratamento teórico do objeto de análise. Para tanto, avançando à segunda associação, Kuhn incentiva a elaboração do que denomina de *guia de planejamento*, o que em AEP adquire a denominação de *diretrizes metodológicas*, prestando-se ao mesmo fim, garantir as condições metodológico-organizacionais necessárias ao desenvolvimento de uma experimentação capaz de suscitar aprendizagens significativas em Ciências.

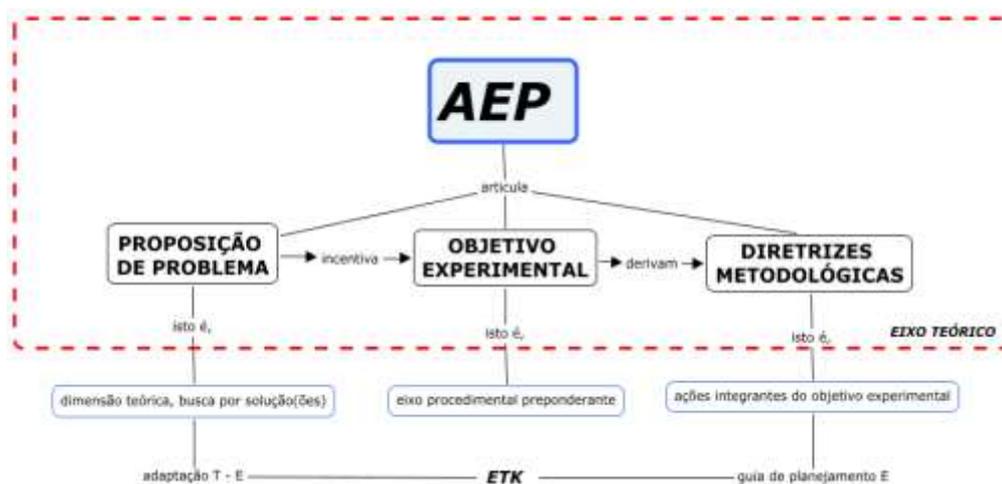


Figura 4. Associação entre AEP e ETK; aspectos teóricos.

Ao aventar-se acerca de um conhecimento científico sob uma redoma de sucessões contínuas entre paradigmas, aceita-se um enfoque não linear e uma não-cumulatividade do saber científico, bem como a não neutralidade da observação. Neste interim, a ETK vai ao encontro de perspectivas postas pela AEP, preponderantemente quanto aos seus aspectos teóricos. Em oposição a isso, o desenvolvimento da Ciência é usualmente tratado como essencialmente linear e cumulativo, a partir da condescendência de que novas informações vão sendo somadas às anteriores, atraindo uma aprendizagem mnemônica e mecanizada. Com isso, inviabilizam-se elevações de nível reflexivo pelos alunos, sua capacidade de tomar decisões e resolver problemas que extrapolem aos limites dos objetos impostos e os tornem capazes de se utilizar satisfatoriamente de saberes científicos em seu dia-a-dia.

Em contrapartida, a ETK sugere a problematização do conhecimento e, com isso, o constante questionamento sobre postulados científicos difundidos pelos recursos didáticos e nas aulas adjacentes. Em propostas de uma experimentação em matriz de AEP, a prática é planejada, desenvolvida e avaliada a partir da proposição de um problema, o qual apresenta uma dimensão teórica e incentiva a busca por uma (ou mais) solução. Esse problema, contudo, “[...] só pode ser concebido como tal quando existe seu reconhecimento, e não se dispõe de procedimentos espontâneos que o permitam solucioná-lo de forma rápida, sem exigir, um processo de reflexão ou uma tomada de decisão sobre a sequência de passos a serem seguidos” (ECHEVERRIA; POZO, 1998, p.16).

De modo singelo, Freire (1997, p. 82-83) advoga a esse respeito ao sinalizar que “[...] em seu processo, a problematização é a reflexão que alguém exerce sobre um conteúdo, fruto de um ato, ou sobre o próprio ato, para agir melhor, com os demais na realidade”. Essa

proposição de problema acarreta uma aproximação teoria-resultado experimental, não do tipo verificacionista ou falseacionista, mas adaptativa, isto é, defende-se aqui essa articulação de maneira integradora, de modo que o aluno poderá desenvolver uma visão sistêmica do(s) objeto(s) em estudo. Isto posto, a ETK põe em evidência que um dos principais aspectos da aprendizagem científica parte da necessária adaptação entre esquemas teóricos e a realidade cotidiana, visto que teoria e experimento não são independentes ou antagônicos, mas contribuem de modo compartilhado na estruturação de um paradigma (ARRUDA; SILVA; LABURÚ, 2001). Por este ângulo, a AEP se desenrola como uma dentre as possibilidades de ações voltadas à busca por uma solução, aceitável e justificável, ao problema que a origina.

A atividade experimental, em vista de qualificação aos processos de ensino-aprendizagem, deve ser teórico-metodologicamente estruturada, o que é reforçado pela ETK, quando o autor aponta à possibilidade de atenção a dois centros do experimento científico: a definição de um problema norteador e uma rota de ações em busca de sua solução. Do mesmo modo, para Van Fraassen (1980, p. 74), “a teoria tem um duplo papel na experimentação: formulação de questões a serem respondidas de uma maneira sistemática e como guia no planejamento de experimentos para responder a essas questões”. Com isso, reitera-se a asserção de vínculo visceral entre o pressuposto teórico e a experimentação, e defende-se sua estruturação metodológica em prol de garantia de significados, o que ganha respaldo na AEP, uma vez que seu desenvolvimento ocorre sob a articulação entre a proposição de um problema teórico e diretrizes potencialmente capazes de solucioná-lo, no todo ou em parte.

Em última análise, concebe-se que o esforço em se externalizar correspondências entre aprendizagem e epistemologia, e delas se identificar generalidades qualificadoras ao ensino e à aprendizagem em Ciências concorre ao desenvolvimento de uma concepção científica em vigor, presente, não tesa a um método científico único, a uma rígida sequência de etapas que tem início pela observação e culmina em uma descoberta. Tampouco carente de mudanças e de incertezas. Ao se empregar da ETK à compreensão dessa dinâmica de mudança concepcional pode-se desenvolver e utilizar de novas estratégias de ensino, capazes de favorecer novos modos de aprender. A AEP, em seus pressupostos e derivações, se configura como virtualmente apropriada a este efeito.

Considerações finais

Potencialidades amplas e gerais das atividades experimentais à qualificação dos processos de ensino-aprendizagem em Ciências podem ser aventadas, tais como: tornar a ação

do aluno mais ativa; superar uma visão pouco problematizada da Ciência; caracterizar a produção textual como uma ferramenta pedagógica, e incentivá-la; registrar e interpretar dados e informações, etapas consideradas como indissociáveis e indicotomizáveis do processo de aprender significativamente. A experimentação, sob essa conjuntura, consolida-se como um experiente capaz de considerável contribuição na explicitação, problematização e discussão dos conceitos com os alunos, à interação e intervenção pedagógica do professor, de modo que possam discutir tratativas próprias de explicação relacionadas aos temas abordados.

Apresentou-se e discutiu-se neste artigo a caracterização de uma estratégia de ensino experimental às Ciências, tratada de Atividade Experimental Problematizada (AEP), a partir de sua estrutura organizacional teórico-metodológica. Tendo em vista que a práxis do professor de Ciências infere-se e alimenta-se de suas concepções de *ensino* e de *Ciência*, ponderou-se como imprescindíveis tratar-se de aportes pedagógicos e epistemológicos capazes de atuarem como bases teórico-metodológicas ao planejamento, desenvolvimento e avaliação da proposta experimental aqui defendida como AEP. Nessa conjuntura, considerou-se a Teoria da Aprendizagem Significativa e a Epistemologia de Thomas Kuhn condizentes ao que se propõe: um Ensino de Ciências experimental capaz de gerar significados e contribuir à construção de um conhecimento científico com efetiva compreensão de seus aspectos circunscritos.

Referências

- ANASTASIOU, L.; ALVES, L. P. **Processos de Ensinagem na Universidade: Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 8.ed. Joinville: UNIVILLE, 2009.
- ARRUDA, S. M.; SILVA, M. R.; LABURÚ, C. E. **Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva kuhniana**. *Investigações no Ensino de Ciências – V.6(1)*, pp. 97-106, 2001.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma Perspectiva Cognitiva**, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; Novak, J. D.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: a cognitive view**. 2nd Ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- AXT, R. **O papel da experimentação no Ensino de Ciências**. In: MOREIRA & AXT. *Tópicos em ensino de Ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P. VANNUCCHI, A. I. e BARROS, M. A. **Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2007.

CHALMERS, A. F. **O Que é Essa Coisa Chamada Ciência, Afinal?** São Paulo: Ed. Brasiliense, 1993.

CORTELLA, M. S. **A Escola e o Conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos**. 14.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

ECHEVERRÍA, Maria Del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio (org.). Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. Em: Pozo, J.I. (Ed.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender** (pp. 13-42). Porto Alegre: Artmed, 1998.

FERREIRA, M.; SILVA, A. L. S.; VERDEAUX, M. F. S. **Progresso e não determinismo científicos a partir de conceitos-chave da epistemologia de Thomas Kuhn**. Revista Conjectura: Filosofia e Educação. V. 23, 2018.

FRANCISCO Jr., W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. **Experimentação Problematizadora: fundamentos teóricos a práticos para a aplicação em salas de aula de ciências**. Química Nova na Escola, n. 30, p. 34-41, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Saberes Necessários à Prática Educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 47º ed. São Paulo/SP. Paz e Terra. 2005.

GALIAZZI, M. C. e GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química**. Química Nova. v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química**. Química Nova. v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004. HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório. Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n 3, p. 299-313, 1994.

GANDIN, D. **A prática do planejamento participativo**. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 1994.

GIL PEREZ, D. **Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n.1, p.26-33, 1993.

GIL PEREZ, D.; CASTRO, P. V. **La orientacion de las practicas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo**. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.14, n.2, 155-163, 1996.

GIL, A. C. **Metodologia do ensino superior**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999.

REVELLI - ISSN 1984-6576 v.10 n.4 - Dezembro, 2018. p. 41-66 Inhumas/Goiás Brasil.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa.** Química Nova na Escola. v. 31, n 3, p. 198-202, 2009.

GURIDI, V. M., ISLAS, S. M. **Guías de laboratorio tradicionales y abiertas en física elemental propuesta para diseñar guías abiertas y estudio comparativo entre el uso de este tipo de guías y guías tradicionales.** Investigación em Ensino de Ciências, v.13, n. 3, p.203-220, 2008.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio.** Enseñanza de las Ciencias, v.12, n.3. p.299-313, 1994.

HODSON, D. **Uma visão crítica em relação ao trabalho prático nas aulas de ciências.** In: school Science Review, v. 71, n. 256, 1989.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** 5 ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.

KUHN, T. **What are scientific revolutions?** In: The road since structure. Chicago: The University of Chicago Press, 2001.

KUHN, T. **Commensurability, comparability, communicability.** In: The road since structure. Chicago: The University of Chicago Press, 2002.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A Vida de Laboratório.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LEWIN, A. M. F.; LOMÁSCOLO, T. M. M. **La metodología científica em la construcción de conocimientos.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.20, n.2, p.147-154, 1998.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S., **Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel.** São Paulo: Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A.; **Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino de Física: a Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização do Ensino de Ciências.** Porto Alegre, Editora da Universidade, UFRGS, 1983.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília/DF. UnB, 2006.

MORTIMER, E. F. **Concepções atomistas dos estudantes.** Química Nova na Escola. N. 1, p. 23-26, mai., 1995.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A. **Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos.** Química Nova, São Paulo, v. 23, n.2, p.273-283, mar./abr., 2000.

PERRENOUD, P. **Dez Novas Competências para Ensinar.** Porto Alegre, ARTMED, 2000.

POZO, J. I. (org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

REVELLI - ISSN 1984-6576 v.10 n.4 - Dezembro, 2018. p. 41-66 Inhumas/Goiás Brasil.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza.** São Paulo. Editora UNESP. 2002.

SACRISTÁN, J. G.; GÓMES, A. I. P. **Compreender e transformar o ensino.** 4. Ed. – Artmed, 1998.

SANTOS, W. L. P. **Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freiriana: Resgatando a Função do Ensino de CTS.** Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 1, n 1, p. 109-131, 2008.

SCHNETZLER; R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química.** Química Nova na Escola, n. 1, p. 27-31, mai., 1995.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. **Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação.** Experiências em Ensino de Ciências V.12, Nº. 5. 2017.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. **Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências.** Experiências em Ensino de Ciências V.10, Nº. 3. 2015.

VAN FRAASSEN, B. **The Scientific Image.** Clarendon Press, Oxford – 1980.

VARELLA, D.; NICOLELIS, M. **Prazer em conhecer: a aventura da Ciência e da Educação.** Papirus 7 Mares. Campinas/SP – 2008.

ZUCCO, C. **Graduação em Química: avaliação, perspectivas e desafios.** Química Nova, v. 30, n.6, p.1429-1434, 2007.