

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADA (AEP)
COMO UMA ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS:
APORTES TEÓRICOS, METODOLÓGICOS E EXEMPLIFICAÇÃO**

*Problematized Experimental Activity (AEP)
as a pedagogical strategy for the Science Teaching:
theoretical, methodological and exemplification contribution*

André Luís Silva da Silva [andreluis.quimica@ibest.com.br]

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Av. Pedro Anunciação, s/n - Vila Batista, Caçapava do Sul - RS, 96570-000

Paulo Rogério Garcez de Moura [paulomouraquim@bol.com.br]

Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ

Rodovia Municipal Jacob Della Méa, km 5.6, s/n - Parada Benito, Cruz Alta - RS, 98020-290

José Cláudio Del Pino [delpino@yahoo.com.br]

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Rua Ramiro Barcelos, 2600 - Prédio Anexo, Porto Alegre - RS, 90035-003

Resumo

A partir de uma discussão inicial sobre a experimentação no ensino sob uma perspectiva problematizada, trata-se nesse artigo de uma proposta de atividade experimental para o Ensino de Ciências denominada Atividade Experimental Problematizada (AEP), calcada na teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel. São apresentados aportes teóricos e metodológicos que sustentam essa proposta, a qual sugere uma articulação entre um objetivo experimental e diretrizes metodológicas, a partir da demarcação de um problema de natureza teórica, contextualizador. Ilustrando a proposta, apresenta-se e discute-se uma situação de estudo/investigação, pela inserção da AEP em uma sequência metodológica organizadora do trabalho experimental, compondo um plano de ensino, basicamente infundido em uma derivação dos três momentos pedagógicos de Delizoicov. Com isso, considera-se a AEP uma estratégia pedagógica para um ensino experimental em ciências capaz de gerar significados e desenvolver a autonomia do sujeito que aprende.

Palavras-chave: Atividade Experimental Problematizada, Ensino, Ciências.

Abstract

From an initial discussion about teaching experimentation from a problematized perspective, this article deals with a proposal for an experimental activity for Science Teaching called Problem Experimental Activity (AEP), based on David Ausubel's Theory of Significant Learning. We present theoretical and methodological contributions that support this proposal, which suggests a link between an experimental objective and methodological guidelines, based on the demarcation of a problem of a theoretical, contextual nature. Illustrating the proposal, one study/research situation is presented and discuss, by the insertion of the AEP in a methodological sequence organizing the experimental work, composing a teaching plan, basically infused in a derivation of the three Pedagogical Moments of Delizoicov. With this, the AEP is considered a pedagogical strategy for an experimental Science Teaching capable of generating meanings and developing the autonomy of the learner.

Key Words: Problematized Experimental Activity, Education, Sciences.

1. A experimentação no Ensino de Ciências sob uma perspectiva problematizada

Importância da experimentação aos processos de ensino-aprendizagem

Estudos referentes à experimentação no ensino vêm crescendo ao longo dos anos, num objetivo de substituição de aulas verbais por atividades experimentais (FRACALANZA; AMARAL; GOUVEIA, 1986). Isso se deve, em parte, às críticas ao ensino tradicional, onde o aluno é frequentemente tratado como um simples ouvinte das informações que lhe são transmitidas pelo professor. Nota-se ainda que essas informações nem sempre se relacionam aos conhecimentos construídos pelos alunos durante sua vida cotidiana (GUIMARÃES, 2009). Entre algumas estratégias de ensino, particularmente com relação ao Ensino de Ciência, verifica-se que as atividades experimentais podem propiciar ou estimular o interesse do aluno para com diversos temas tratados em sala de aula. E ainda podem ter outras funções, tais como: ilustrar um princípio, testar hipóteses ou servir como meio de uma investigação orientada (IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999). Portanto, considera-se que as atividades experimentais, em contextos de ensino e aprendizagem, apresentam algumas características desejáveis, como a de estimular os alunos a interpretar informações, relacionando o conhecimento científico com aspectos de seu cotidiano, e de despertar sua curiosidade a novos questionamentos. E esses atributos da experimentação podem ser potencializados a partir da participação direta dos alunos nas metodologias propostas ao trabalho, quando lhes são oferecidas condições de elaborar um método próprio de investigação (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2015).

Nessa perspectiva, Gil Perez e Casto (1996, p. 155) apontam alguns aspectos importantes das ciências que podem ser explorados em uma atividade experimental capaz de promover a investigação crítica do aluno.

- (1) Apresentar situações problemáticas abertas;
- (2) Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas;
- (3) Potencializar análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
- (4) Considerar a elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as preconcepções dos estudantes;
- (5) Considerar as análises, com atenção para os resultados (sua interpretação física, confiabilidade, etc.), a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudantes;
- (6) Conceder uma importância especial a memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
- (7) Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

Intenções como essas aproximam-se de uma metodologia experimental para um Ensino de Ciências capaz de promover a investigação e o senso crítico do aluno, e de gerar condições cognitivas próprias ao sujeito que se propõe a investigar. Portanto, como ponto de partida do processo de aprendizagem, sugere-se uma questão concreta de investigação, um problema a ser resolvido a partir de uma rota experimental ainda em vias de ser construída.

Proposição de uma Atividade Experimental Problematizada (AEP)

Denomina-se como Atividade Experimental Problematizada (AEP) um processo 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 uma questão.

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 aos fenômenos observados. Para que essa metodologia de trabalho possa ser empreendida, o professor não deve fornecer respostas prontas, ou um resultado prévio ao qual se deseja chegar, mas novos

questionamentos, 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 passa a ter a função de questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos seus alunos, auxiliando-os na exploração, desenvolvimento e modificação de suas concepções, para que eles sugiram hipóteses e possíveis soluções aos problemas com os quais se deparam (GALIAZZI; GONÇALVES, 1994; HODSON, 1994).

A partir dessa concepção, a AEP deve 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 sujeitos de sua própria aprendizagem. Sob essa ótica, a função do professor não mais se restringe ao elemento centralizador e fornecedor das respostas e das certezas. Antes, deve problematizar com seus alunos as observações de todos, as leituras do experimento, auxiliando-os a reconhecer a necessidade sempre constante de outros conhecimentos e, por conseguinte, a importância da pesquisa na busca por uma significativa interpretação dos resultados experimentais.

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 referencial 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 complementar. 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 oportuno 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, que o auxilie, tanto cognitivamente na compreensão do fenômeno em si como em sua própria realidade contextual. Desse modo, considera-se a possibilidade dos alunos em estabelecer conexões próprias entre a atividade realizada experimentalmente e os conhecimentos conceituais correlacionados e fundantes dos temas tratados, protagonizando seu processo de aprendizagem.

Para isso, deve-se evitar o excessivo tempo destinado à realização do experimento e o curto período destinado à sua reflexão e do que dela resulta. Com objetivo de construção de uma concepção mais elaborada sobre o uso da experimentação, que incentive uma ação investigativa, esse referencial busca desenvolver uma proposta de ensino experimental que propõe a leitura, a escrita, a fala e o debate (contextualizados com a realidade) como indissociáveis da discussão conceitual dos experimentos (FRANCISCO; FERREIRA; HARTWIG, 2008).

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. Mas sua simples inserção 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). Neste sentido, o modo pelo qual a atividade experimental é proposta e realizada e sua associação ao seu tema gerador se sobrepõe em importância à própria experimentação (AXT, 1991). Além disso, nenhuma atividade experimental isoladamente consegue 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, 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 Ciências para permitir ao aluno conhecer os problemas que existiam na comunidade científica em um determinado momento e a forma como foram abordados tais problemas. Corroborando com os autores, 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.

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 nesse processo, como uma etapa de fundamental importância a toda atividade científica, pois este é o elemento básico para uma interpretação. Nessa perspectiva, a AEP deve abranger, desde o registro de dados, 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 sem um momento 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 muito satisfatórios aos processos de ensino-aprendizagem, repercutindo em uma importante estratégia pedagógica para abordagens científicas em sala de aula ou em laboratório de ciências.

A proposta para um ensino a partir da AEP está alicerçada na teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1978, 2003), por considerar-se que essa apresenta os elementos condizentes a uma clara interpretação de um processo de construção de conhecimentos a partir do esforço cognitivo em articular informações de natureza científica. Isso se apóia no argumento de que a experimentação, tendo em vista os critérios teóricos e metodológicos expostos, proporciona um mais acentuado interesse do aluno para com as temáticas propostas, oferecendo-lhe condições adequadas a um processo de aprendizagem com alteração de sua estrutura cognitiva, tendo em vista sua deliberada intenção.

Teoria da Aprendizagem Significativa como balizadora da AEP

O conceito referência da teoria de Ausubel, a Aprendizagem Significativa, trata-se de um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de uma forma não arbitrária, a uma rede de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de conceito subsunçor, previamente existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Assim, pode-se compreender por subsunçor um conceito e/ou uma ideia já existente na estrutura cognitiva do aprendiz, capaz de servir como ancoradouro a uma nova informação, de modo que esta passe a representar um novo significado para ele. A ideia

central da teoria ausubeliana estabelece que a Aprendizagem Significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva de quem aprende. Desse modo, novas ideias, conceitos ou proposições podem ser aprendidas significativamente na medida em que outras ideias, conceitos ou proposições, relevantes e inclusivos, encontrarem-se, em uma especificidade adequada, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem como ponto de ancoragem ao novo conhecimento (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, mais relevantes, com aqueles que os serviram de ancoradouro, 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 as novas informações, de modo que essas passarão a adquirir um significado concreto e irão incorporar-se a estrutura cognitiva modificada, servindo de ancoradouro para temáticas futuras de maior complexidade.

Assim, para temas de maior complexidade ou em situações de aparente ausência de subsunçores, Ausubel propõe a utilização de materiais introdutórios aos objetos centrais de conhecimento, definindo-os como organizadores prévios. Esses materiais devem estar em um nível de abstração maior e de complexidade menor, sem serem sumários ou meramente introdutórios à temática principal. Segundo ele (1978, p. 171), “a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara”.

Em um estudo conduzido por Ausubel, no qual o material de aprendizagem tratava das propriedades metalúrgicas do aço carbono, foi usado como organizador prévio um texto que enfatizava as principais diferenças e similaridades entre metais e ligas metálicas, suas respectivas vantagens e limitações e as razões de fabricação e uso dessas ligas. Essa passagem introdutória continha informações relevantes para o material de aprendizagem, porém, foi apresentada em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. Além disso, foi, cuidadosamente, constituída para não conter informações sobre o próprio material de aprendizagem, pois não é essa a finalidade de um organizador prévio (MOREIRA, 2006, p.19).

Considerando-se organizadores prévios elementos que atuam como um elo mediador entre os conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, mas que ainda carecem de completude para tornarem-se subsunçores, e as novas informações, pode-se partir, por exemplo, de uma discussão inicial, de uma demonstração ou de uma apresentação de áudio e vídeo, que servirão para estabelecer os principais objetivos do material principal a ser apresentado.

Tendo em vista a supracitada conceituação para subsunçores e organizadores prévios, essenciais aos propósitos desse texto, cabe ratificar-se que, em moldes da teoria da Aprendizagem Significativa, os processos de ensino e de aprendizagem devem promover possibilidades de relação entre aquilo que o aprendiz previamente conhece e os novos conceitos abordados. Para tanto, cabe ao professor utilizar de um objeto potencialmente significativo. Sendo assim, como dispor-se de um objeto de conhecimento que possa ser considerado potencialmente significativo? De acordo com Ausubel (1978), existem dois fatores a se considerar: a própria natureza do material e a estrutura cognitiva de quem deverá aprendê-lo. No que se refere ao primeiro (a natureza do material), ele deverá fundamentar-se em aspectos lógicos. No que tange ao segundo (a estrutura cognitiva do aprendiz), nela deverá haver os subsunçores necessários e específicos, com os quais as novas informações apresentadas poderão “encontrar” significado.

Entretanto, além de ambos fatores, para que um processo de aprendizagem efetivamente venha a ser significativo, o aprendiz deverá manifestar uma disposição em aprender, isto é, deverá

desejar relacionar os novos conceitos aos seus subsunçores. Um processo de ensino somente poderá tornar-se significativo quando despertar o interesse daquele que se propõe a aprender. Nesse momento, a AEP surge como uma proposta teórico-metodológica de utilidade, uma vez que é capaz de despertar o interesse do aluno para com temáticas científicas, quando essas são articuladas a partir da demarcação de um problema de natureza teórica, preferencialmente contextualizado, para o qual se busca uma solução por meio da elaboração de uma rota de investigação experimental.

Conforme esquematiza o mapa conceitual mostrado na Figura 1, a Aprendizagem Significativa estabelece uma relação entre sujeito e objeto, tendo em vista seus fatores primários balizadores. Ao se referir ao sujeito que aprende, considera-se sua estrutura cognitiva e sua pré-disposição em aprender como fatores fundamentais. Ao se referir às características do objeto que oferece clarividência à informação tratada, supõe-se como indispensáveis sua relevância e utilidade, assim como sua proximidade para com o contexto do aprendiz. Com relação à proposta de AEP apresentada nesse texto, considera-se sua potencialidade promotora da pré-disposição do sujeito em aprender, a partir da relevância e utilidade do problema proposto como desencadeador da atividade experimental. Ambos fatores estão demarcados na Figura 1.

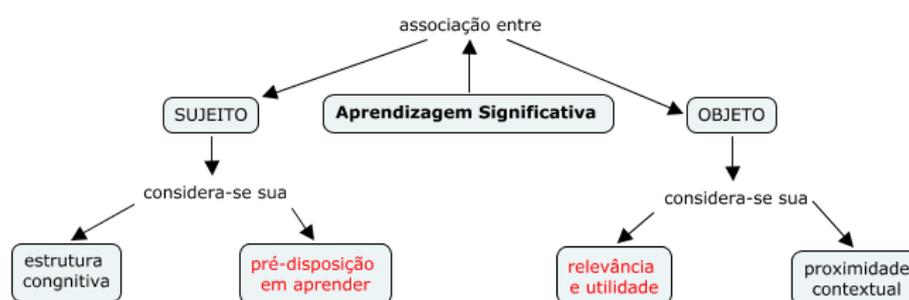


Figura 1. Fatores de aprendizagem de acordo com a teoria da Aprendizagem Significativa.

Tendo em vista essa argumentação, se passará a apresentação de bases conceituais e estratégias metodológicas para a construção de uma proposta para um ensino experimental de ciências que efetivamente propicie condições de autonomia ao sujeito inserido nas ações, e tornem os processos de ensino e de aprendizagem condizentes à teoria de Aprendizagem Significativa. Essa proposta é cunhada como Atividade Experimental Problematizada (AEP).

2. Aportes teóricos e metodológicos construtivos da AEP

Conforme foi mencionado, compreende-se e denomina-se de Atividade Experimental Problematizada (AEP) um processo de experimentação que se desenvolve a partir da demarcação de um problema de natureza teórica, isto é, uma experimentação que objetiva a busca por solução a uma situação-problema. Considera-se como fator diferenciador entre a experimentação problematizadora, defendida na literatura como uma associação entre a experimentação e a resolução de problemas (FRANCISCO Jr., 2008) e a AEP, apresentada e discutida nesse texto, fundamentalmente a sequenciação dessas ações, e suas derivações conceituais e procedimentais. A experimentação problematizadora, de um modo sintético, propõe a investigação/resolução de um problema a partir de uma experimentação. A AEP, por sua vez, 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, tendo-se como fito a busca por uma possível solução para esse. De um modo mais elucidativo, em AEP, um problema teórico dá origem a uma atividade experimental, em seus elementos teórico-metodológicos.

Tendo em vista esses aspectos teóricos e metodológicos supracitados, a proposta de ensino experimental, cunhada como AEP, propõe uma articulação entre objetivo experimental e diretrizes

metodológicas, a partir da demarcação e da análise crítica de um problema, preferencialmente contextualizador, isto é, contendo elos para com a realidade do aluno. Essa proposta de articulação pode ser vista no mapa conceitual mostrado na Figura 2.

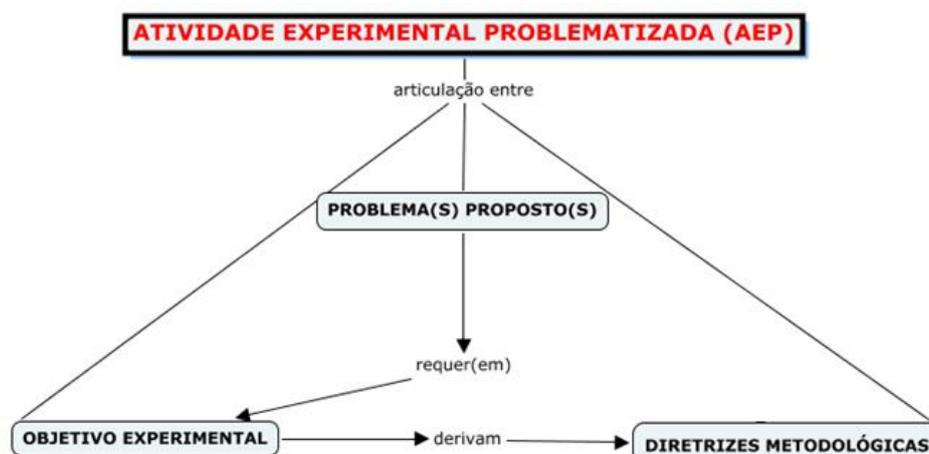


Figura 2. Articulação teórico-metodológica para a proposta em AEP.

Dessa forma, parte-se da proposição de um problema, de natureza teórica, contextualizado. Esse problema requer um objetivo experimental, do qual derivarão ações orientadoras aos trabalhos experimentais, denominadas de diretrizes metodológicas.

a. Problema(s) proposto(s) (PP)

O problema proposto (que poderá ser pluralizado) como origem da AEP requer a elaboração de uma solução, distinguindo-se de uma questão ou de uma pergunta, as quais satisfazem-se com uma resposta. Genuinamente, trata-se de uma situação exigente de um maior grau de complexidade. Possui uma natureza teórica, preferencialmente contextualizada. Para sua solução, incentiva a busca por uma rota de ações experimentais que levarão a dados que, após coletados, compreendidos e interpretados, poderão levar a uma perspectiva de solução.

b. Objetivo experimental (OE)

A partir da demarcação do problema, sugere-se a construção de um objetivo geral e abrangente para as propostas experimentais, o qual levará a resultados, mas não diretamente à solução do problema proposto. Trata-se de um eixo experimental que norteará a principal ação a ser desenvolvida, isto é, de uma técnica que resultará em dados capazes de gerar uma solução. Deriva-se em diretrizes metodológicas.

c. Diretrizes metodológicas (DM)

Tratam-se de um roteiro de ações práticas derivadas do objetivo experimental. Atuam como elementos orientadores aos procedimentos a serem realizados. Não devem ser vistas como um fator limitador da experimentação, mas como uma etapa necessária, que oferece o estabelecimento das primeiras ações práticas. Favorece a compreensão do objetivo proposto e incentiva uma discussão entre os integrantes do grupo de trabalho anterior às suas ações, fatores fundamentais para organização das ideias individuais e estabelecimento de uma ação conjunta.

O mapa conceitual apresentado na Figura 3 traz os elementos integradores da AEP (PP, OE e DM) e suas conceituações, sob uma perspectiva de síntese, a qual é condizente com os propósitos desse texto.

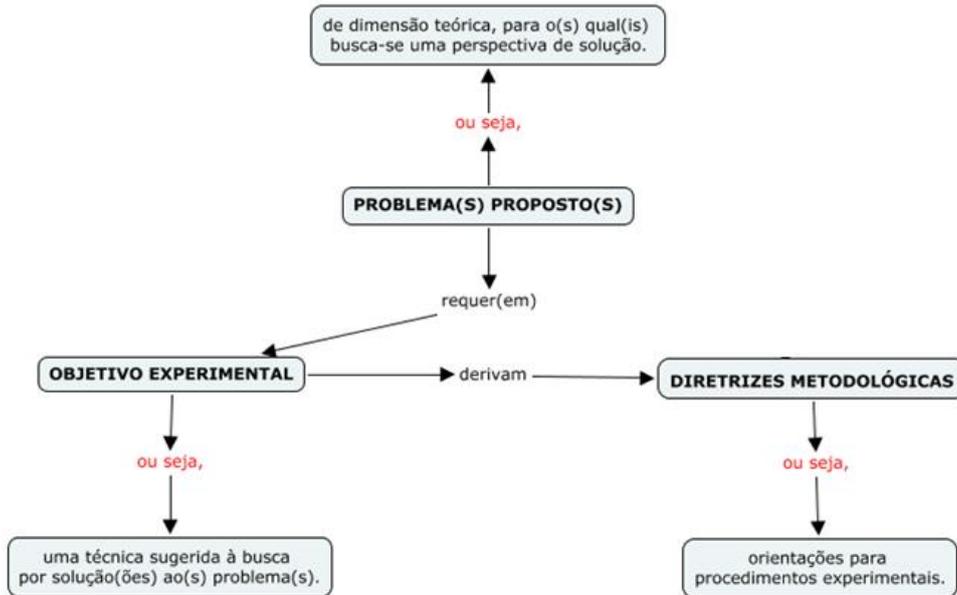


Figura 3. Definição dos elementos articuladores em AEP.

Essa articulação é proposta como um plano de ensino para o trato experimental em ciências. Definida como AEP, está calcada na teoria da Aprendizagem Significativa, tendo em vista seus aspectos de potencialidade ao incentivo da pré-disposição do sujeito em aprender e de clareza da relevância e utilidade do tema a ser abordado, no que se refere ao objeto. Na Figura 4 podem ser vistos os elos de associação propostos entre a teoria da Aprendizagem Significativa e a AEP, a partir dos elementos que atuam como elo semântico desse processo, em uma perspectiva sistêmica, e, com isso, oferecem condições teóricas para que esta teoria balize a proposta de experimentação em AEP.

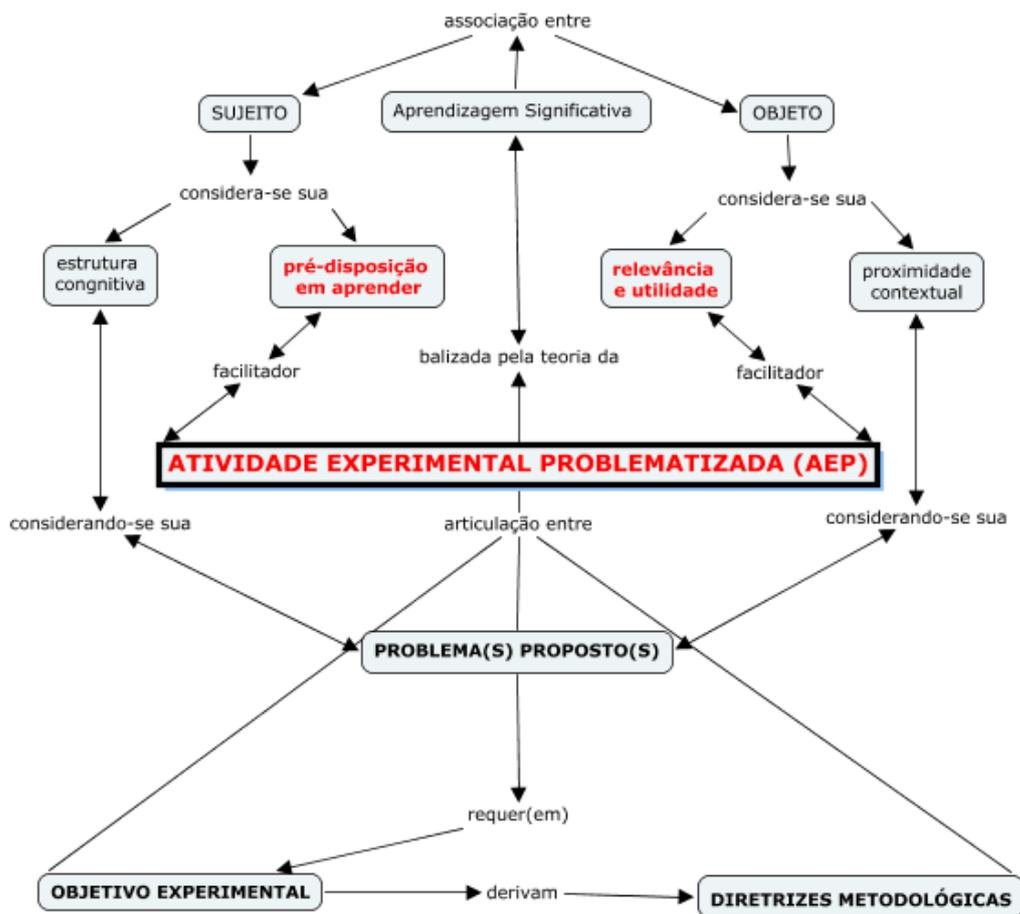


Figura 4. Associação entre Aprendizagem Significativa e AEP.

Tendo em vista seus aspectos gerais, conforme a Figura 4, considera-se que a proposta de ensino experimental em ciências denominada de AEP atua como um elemento potencializador da pré-disposição do sujeito em aprender, tendo em vista suas condições potenciais em despertar o interesse do sujeito que aprende, e, do mesmo modo, como um elemento facilitador desse sujeito em encontrar relevância e utilidade na temática a ser aprendida, disposta por dado objeto teórico. Em suas especificidades, o problema proposto deve encontrar elementos subsunçores na estrutura cognitiva do sujeito, ação favorecida ao demarcar-se essa problematização a partir da proximidade contextual desse sujeito.

Ao se considerar essa proposta de atividade experimental em ciências integrada a um plano de ensino, verifica-se a possibilidade, bem como sua pertinência, em propor-se questões de maior amplitude temática, vinculadas ao tratamento experimental e a sua posterior interpretação de dados, mas incentivadoras de uma pesquisa teórica de maior profundidade. Sugere-se essa derivação metodológica no mapa conceitual mostrado na Figura 5.

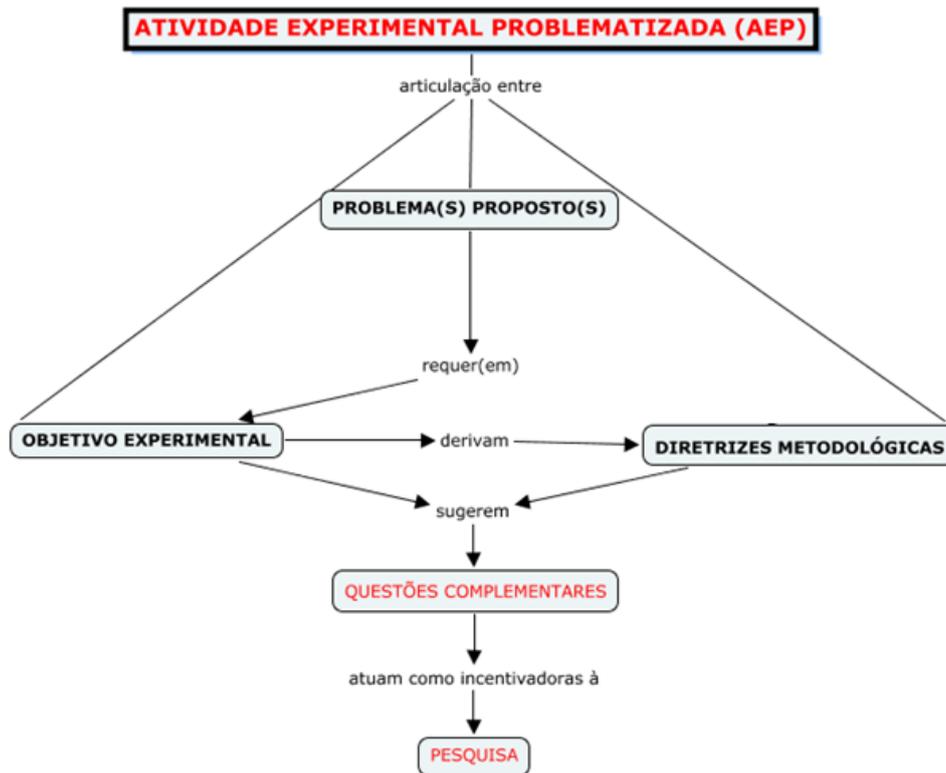


Figura 5. AEP como integrante de uma proposta de plano de ensino.

A partir da articulação entre PP, OE e DM, sugerem-se questões teóricas complementares, tanto com relação aos aspectos oriundos da experimentação como aos teóricos e seus conceitos fundantes. Com isso, incentiva-se o aluno a realização de uma pesquisa orientada, e se oferece condições pedagógicas para que ele seja capaz de criar elementos de autonomia em seu processo de aprendizagem.

O mapa conceitual mostrado na Figura 6 reúne os conceitos apresentados e suas derivações subsequentes, propondo uma síntese organizadora das articulações teóricas e metodológicas discutidas nesse texto, propositivas a um ensino experimental em ciências gerador de significados. A partir dele, pode-se verificar que a AEP, calcada na teoria da Aprendizagem Significativa, propõe uma articulação entre três momentos teórico-metodológicos distintos (PP, OE e DM) e, por fim, abrange um plano de ensino, ao incentivar uma pesquisa orientada por questões complementares.

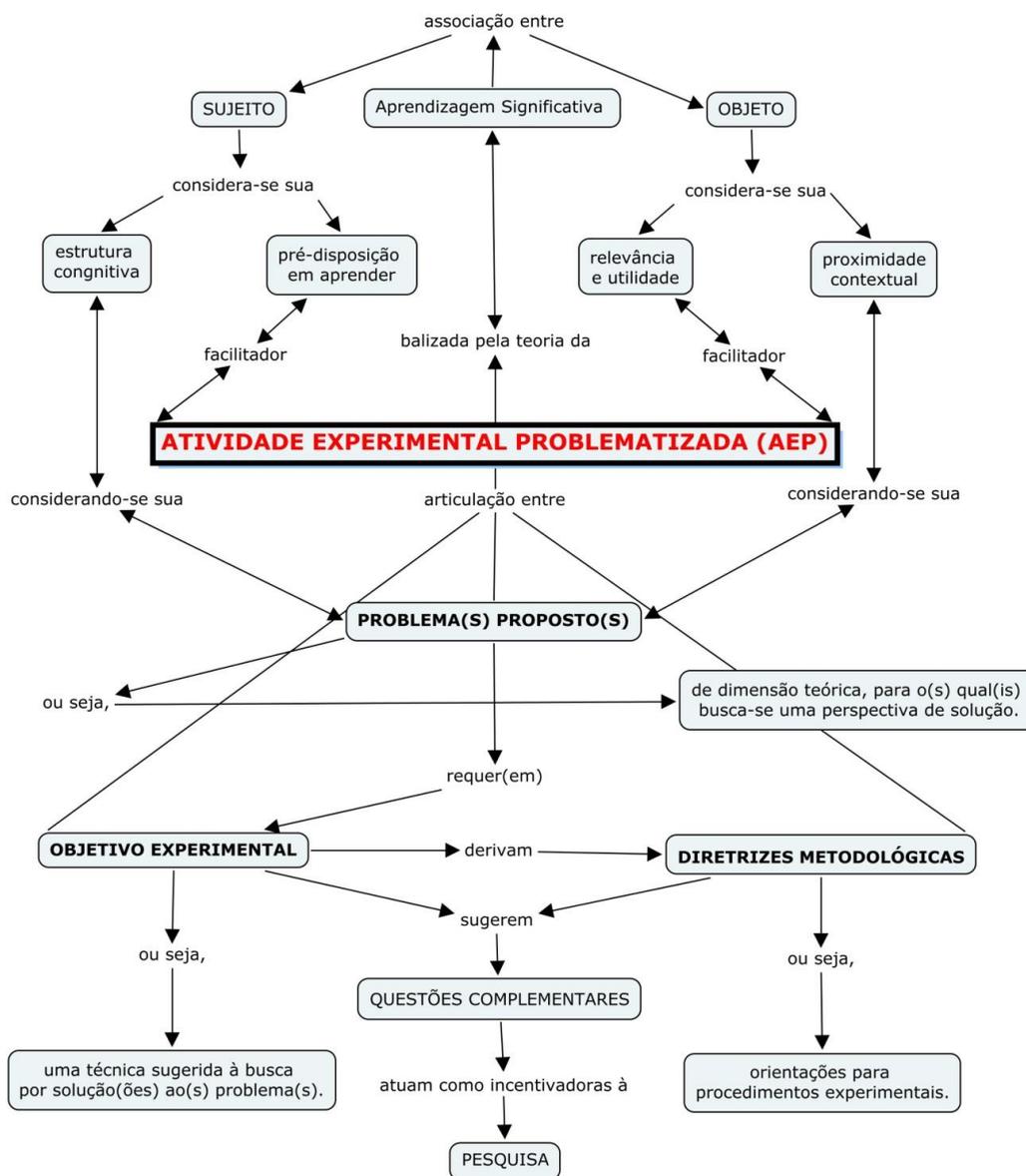


Figura 6. Síntese da proposta em AEP.

3. Exemplificação em AEP

Discute-se, na sequência desse texto, uma situação de estudo/investigação realizada sob articulação teórico-metodológica nos moldes da AEP apresentada.

O problema proposto no Quadro 1 apresenta uma investigação da acidez/basicidade de alguns produtos utilizados em nosso cotidiano. Para tanto, sugere-se no objetivo experimental a produção de indicadores químicos naturais. A partir dessa proposição, segue-se o trabalho por meio da orientação de diretrizes metodológicas. Percebe-se, novamente, que uma possível solução ao problema não será obtida diretamente pela coleta de dados experimentais, mas exige uma articulação desses para elaboração de uma sistemática nessa direção.

Quadro 1. Situação de estudo/investigação: caráter ácido/básico de substâncias cotidianas.

Problema Proposto
Em nosso cotidiano, nos deparamos com uma série de substâncias que apresentam um caráter ácido. Do mesmo modo, em muitas substâncias há predominância de caráter básico. Essa identificação pode ser útil ao fazermos uso doméstico desses produtos. Assim, o que se pode afirmar sobre o caráter ácido/básico dos produtos disponíveis?
Objetivo Experimental
Produzir indicadores químicos naturais por técnicas de extração aquosa e alcoólica a partir de pétalas de rosas, repolho roxo e amostras de chá de frutas vermelhas.
Diretrizes Metodológicas
<ul style="list-style-type: none"> - Macerar, separadamente, utilizando pistilo e almofariz, algumas pétalas de rosas e uma folha de repolho roxo. - Adicionar alguns mililitros de álcool aos sistemas. - Filtrar os sistemas e acondicionar a fração líquida em um frasco coletor. Rotulá-lo. - Extrair, em meio aquoso a quente, os pigmentos das amostras de chá vermelho e armazená-los.

Uma perspectiva de solução ao problema proposto, isto é, uma identificação de substâncias cotidianas ácidas e básicas, poderá ser obtida ao se fazer testagens de coloração ao acréscimo dos indicadores naturais produzidos a uma solução ácida e a uma solução básica, previamente fornecidas pelo professor, atuantes como padrões de coloração. Desse modo, por similaridade de coloração, outras substâncias poderão ser testadas quanto à sua acidez/basicidade, como amostras de leite, sucos naturais e industrializados, produtos de higiene e limpeza, entre outras.

Recomenda-se, nesta situação de estudo/investigação, a utilização de questões complementares, elaboradas a partir das temáticas tratadas e suas derivações contextuais, as quais atuam como incentivadoras de um aprofundamento teórico do aluno ao utilizar da pesquisa como recurso investigativo. Nessa direção, passa-se à descrição de um plano de ensino englobador da proposta de AEP, tendo em vista suas premissas teóricas e metodológicas, supracitadas, definidas e discutidas.

4. Plano de ensino calcado na AEP: sequência organizadora do trabalho

A elaboração de um plano de ensino que ofereça suporte aos trabalhos pedagógicos não deve ser visto 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 elemento inquestionável, pelo contrário, a elaboração de um processo que ofereça condições a professor e alunos igualmente interagirem, cada um ao seu momento, pode ser compreendido como integrante de uma poderosa estratégia de ensino-aprendizagem.

Muitas são as possibilidades de elaboração de um plano de ensino com centralidade metodológica na 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 para o processo de ensino e de aprendizagem. Tendo em vista a AEP apresentada e discutida nesse texto, consideram-se as ações

abaixo, em sua sequenciação, como uma estratégia pedagógica condizente aos propósitos da AEP como estrutura teórica e metodológica para uma aprendizagem significativa, todavia, não em um formato de rigidez, mas incentivador de um processo de 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 co-participação de professor e alunos em cada uma das ações propostas e discriminadas, a partir de um convencimento do professor com relação às melhores condições teóricas e metodológicas potencialmente envolvidas naquelas, tendo em vista, obviamente, seu perfil docente e seu posicionamento como educador.

I. Discussão introdutória aberta sobre o tema, com verificação dos conhecimentos prévios dos alunos. Pode ocorrer por meio de uma discussão teórica, com exposição dialogada de tópicos referentes às principais temáticas abordadas, pela utilização de materiais impressos, como textos, questões, questionários abertos, ou ainda por outro instrumento. O objetivo central desta etapa, em moldes da teoria da Aprendizagem Significativa em suas conceituações para subsunçores e organizadores prévios (MOREIRA, 2006), é apresentar a temática aos 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. Essa ação apresenta como marco teórico o primeiro momento pedagógico de Delizoicov e Angotti (1992), a saber: a problematização do conhecimento.

II. Organização/execução da atividade experimental. Em moldes de AEP, consiste na apresentação do problema teórico proposto e de suas derivações em objetivo experimental e diretrizes metodológicas. Segue-se pela elaboração coletiva de uma organização para o trabalho experimental, envolvendo a disposição dos alunos em pequenos grupos, discussões iniciais em seus grupos e pelo levantamento de hipóteses a partir do problema proposto e dos conhecimentos prévios dos alunos. Passa-se para a execução da atividade experimental, com registro de informações e de observações diretas em diário de bordo, por meio de descrições, imagens, tabelas, gráficos, ou qualquer outro instrumento pertinente. Essa ação apresenta como marco teórico o segundo momento pedagógico de Delizoicov e Angotti (1992), a saber: a organização do conhecimento.

III. Retorno ao grupo de trabalho para organização das informações. Após a execução da atividade experimental, os alunos retornam ao seu grupo de trabalho para sistematização dos registros experimentais. Nesse momento, passam ao desenvolvimento cognitivo balizador para uma compreensão dos resultados experimentais obtidos, seguida pela interpretação conjunta 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 pode representar. Essa ação apresenta como marco teórico o terceiro momento pedagógico de Delizoicov e Angotti (1992), a saber: a sistematização do conhecimento, tendo em vista uma fase inicial desse processo.

IV. Socialização entre os grupos de trabalho. Consiste no oferecimento de um espaço coletivo para troca de ideias referentes aos procedimentos realizados pelos grupos de trabalho; suas concepções de acertos e erros experimentais e suas perspectivas de elaboração de uma explicação teórica capaz de oferecer solução ao problema proposto. Trata-se de um espaço aberto para amplas discussões, as quais poderão direcionar-se também aos aspectos teóricos tratados experimentalmente, conforme as diretrizes utilizadas no processo. Essa ação apresenta como marco teórico o terceiro momento pedagógico de Delizoicov e Angotti (1992), em uma fase intermediária desse processo.

V. Construção de conhecimento ou consolidação de informações. Sistematiza o registro das conclusões geradas em sua possível proximidade como solução ao problema proposto. Trata-se de uma atividade que deverá apresentar ao menos um momento de 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, de questões orientadoras e dos elementos derivados de pesquisas teóricas. Fundamenta-se pela correlação com a ação I, a qual tratou das pré-concepções 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 elementos verificadores dos processos de ensino e de aprendizagem em sua dimensão significativa. Essa ação apresenta como marco teórico o terceiro momento pedagógico de Delizoicov e Angotti (1992), em uma fase de conclusão desse processo.

Considera-se as ações apontadas de I a V como elementares a um processo de ensino que ofereça suporte à AEP com base em elementos de Aprendizagem Significativa. Outras ações, entretanto, de natureza complementar, 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.

Resultados e Discussões

Conforme a perspectiva da sequência organizadora do trabalho (ações I a V supracitadas) nesta seção pretende-se discutir a aplicação da situação de estudo/investigação mostrada no Quadro 1. Isso será feito sob aspectos qualitativos, onde, segundo Goldenberg (2004, p. 53), “os dados qualitativos consistem em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos”.

Essa atividade foi desenvolvida junto a um grupo de 12 professores de Ciências da Rede Municipal de Cruz Alta/RS, no ano de 2012, sendo este número representativo do universo de professores que atuam na disciplina de Ciências do Ensino Fundamental daquela rede de ensino. A atividade descrita integrou um projeto de formação de professores, intitulado *Projeto Ciência e Consciência Cidadã*, desenvolvido pelos autores deste texto nos anos de 2011 e 2012 junto àquele público-alvo. As atividades apresentadas e suas discussões subseqüentes foram executadas no Pólo da Universidade Aberta do Brasil (UAB), no município de Cruz Alta, em um trabalho de aproximadamente quatro horas sequenciais.

I. Indicadores ácido-base são substâncias químicas que apresentam colorações distintas com referência a uma alteração de pH. Sendo assim, podem indicar o ponto de equivalência de uma reação químico-analítica, indicar o pH de uma solução através de mudança de coloração ou simplesmente apontar se uma substância possui caráter ácido ou básico (MAHAN, 2002). Essas informações já eram conhecidas pelos participantes, tendo em vista suas formações e atuações profissionais.

II. A AEP denominada *caráter ácido/básico de substâncias cotidianas* teve como principais objetivos a produção de indicadores ácido-base naturais, a partir do repolho-roxo, de pétalas de rosas e de amostras de chá de frutas vermelhas, bem como a utilização destes indicadores e de outros sintéticos (fenolftaleína, azul de bromotimol e metilorange) na identificação do caráter ácido/básico de amostras de controle. Foram utilizados os seguintes equipamentos e utensílios: estante com doze tubos de ensaio; almofariz e pistilo; sistema de aquecimento com tripé, tela de amianto e lamparina; sistema filtração comum gravitacional com suporte universal, funil e copo de béquer; pipeta graduada de 5 mL e frascos para armazenagem de reagentes (SILVA, 2014).

Inicialmente, os professores foram dispostos em três grupos com quatro componentes. Cada grupo preparou um dos indicadores naturais para uso. Aqueles que trabalharam com o repolho roxo e as pétalas de rosas realizaram uma extração alcoólica a frio, utilizando pistilo e almofariz para o maceramento da amostra e um sistema de filtração comum para obtenção da solução a ser utilizada como indicador. O grupo responsável pela amostra de chá realizou uma extração aquosa a quente,

utilizando uma lamparina com etanol como fonte de aquecimento. Isto pode ser observado na Figura 7, em (a) processo de extração a frio, (b) a quente.



Figura 7. Métodos de extração utilizados na preparação dos indicadores naturais.

III. As amostras obtidas foram então acondicionadas em frascos apropriados para utilização a posteriori. A Figura 8 mostra os tipos de indicadores utilizados no experimento, aqueles sintéticos (S1, fenolftaleína; S2, azul de metileno e S3, alaranjado de metila) e naturais (N1, pétalas de rosas; N2, repolho roxo e N3, variedades de chás) (SILVA, 2014).

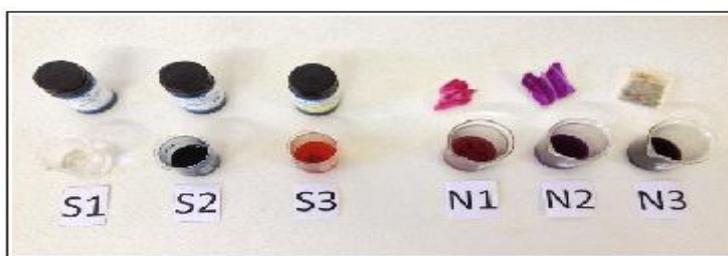


Figura 8. Indicadores, naturais e sintéticos, utilizados na experimentação.

A utilização dos indicadores se deu pela adição de três gotas de cada a dois mililitros de uma solução ácida (ácido clorídrico, HC, 1 mol/L) e a uma solução básica (hidróxido de sódio, NaOH, 1 mol/L), acondicionadas em tubos de ensaio distintos. Desse modo, puderam-se agrupar para cada indicador as colorações obtidas em meio ácido e em meio básico. O teste realizado com os seis indicadores tratados pode ser observado, em relação às colorações adquiridas pelas soluções, na Figura 9.

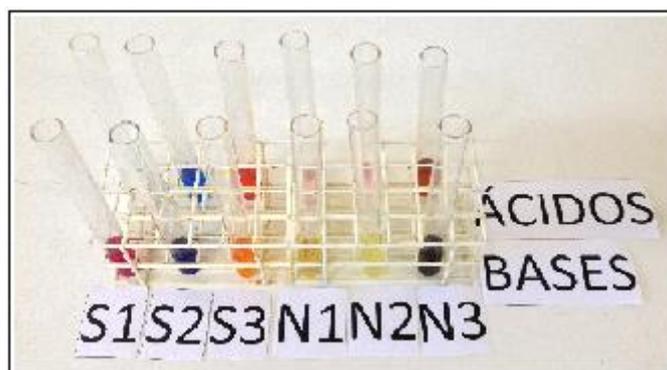


Figura 9. Colorações, a partir dos indicadores, naturais e sintéticos, em soluções ácidas e básicas.

Considera-se ainda a possibilidade de extensão desta experimentação, que poderá ocorrer, por exemplo, na seleção de um ou mais dos indicadores utilizados na testagem do caráter ácido/básico de soluções do cotidiano de alunos e professores, como, por exemplo, sucos cítricos, leite, produtos domissanitários, dentre outros. Da mesma forma, é possível a adaptação da instrumentação utilizada por alternativas.

IV. Conforme observações dos professores responsáveis pela realização da experimentação, mostram-se os dados obtidos no Quadro 2 (SILVA, 2014).

Quadro 2. Resultados qualitativos da situação de estudo/investigação.

	FENOLFTALEÍNA	AZUL DE BROMOTIMOL	METILORANGE	PÉTALAS DE ROSAS	REPOLHO ROXO	AMOSTRA DE CHÁ
ÁCIDO	<i>incolor</i>	<i>azul turquesa</i>	<i>laranja escuro</i>	<i>rosa claro</i>	<i>rosa escuro</i>	<i>castanho médio</i>
BASE	<i>rosa escuro</i>	<i>azul royal</i>	<i>laranja médio</i>	<i>castanho claro</i>	<i>verde musgo</i>	<i>castanho escuro</i>

Pôde-se observar que o indicador confeccionado a partir do repolho roxo mostrou-se mais eficiente do que os demais, eficiência esta evidenciada pelas colorações bem distintas em relação às amostras ácida e básica (destaque no Quadro 2).

Após a execução das atividades, oportunizou-se aos educadores um espaço/tempo para discussão referente à sua aplicabilidade, devidamente consideradas as adaptações necessárias, nos moldes da AEP. Para tanto, algumas questões norteadoras foram apresentadas: (a) a atividade experimental pode promover uma Aprendizagem Significativa? (b) A atividade experimental é útil para despertar o interesse do aluno? (c) O que você tem a dizer a respeito da metodologia experimental utilizada? (d) Na sua concepção, qual a maior dificuldade de realização de atividades experimentais em sua realidade de ensino?

Verificou-se que a atividade proposta, por se tratar de uma técnica de baixa complexidade, a qual já havia sido aplicada por alguns dos professores em suas unidades de ensino, fez com que aqueles se sentissem confortáveis em sugerir alternativas e comentar a respeito, visando à promoção de um maior protagonismo do aluno, conforme está implícito no relato do professor A.

(Professor A) Essa é uma experiência bastante corriqueira, mas que atrai a atenção dos alunos, pois trata de questões de seu dia-a-dia. São utilizados materiais de uso comum, então podemos trabalhar com facilidade. O bom desta técnica, também, é ver que podemos utilizar indicadores naturais tendo em vista que muitas vezes as escolas não possuem indicadores químicos.

O relato do Professor A mostra uma nítida preocupação com o interesse do aluno; considera-se que se pode despertar esse interesse quando o aluno realmente compreende os objetivos propostos no processo. Nesse instante, poderemos ter um aluno participativo e curioso, capaz não apenas de executar uma técnica, mas de opinar criticamente sobre ela.

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, pg. 47).

As carências de instrumentação laboratorial existentes nas escolas é um ponto de preocupação de muitos professores. Mas essa questão, de difícil solução em nível amplo, pode ser enfrentada pelo educador em sua unidade de ensino, onde, com o auxílio dos alunos, poderá desenvolver atividades que promovam a criatividade e a criticidade dos envolvidos, como, por exemplo, àquelas já descritas nesse texto. E toda experimentação deve ser orientada por um processo metodológico que a dê suporte, de modo a servir como uma orientação às atividades.

Deve-se, entretanto, tomar precauções para não se aproximar em uma experimentação rigorosa em relação ao que se espera verificar, ou fechada em seus objetivos. Deve-se estar atento para que uma estruturação metodológica não enrijeça uma atividade experimental a ponto dos pesquisadores (professor e aluno) não poderem tirar proveito de eventuais resultados inesperados.

Um aspecto negativo do esquema hipotético associado ao experimentalismo está no fato de que, ao procurar as informações necessárias à verificação das hipóteses, o pesquisador é frequentemente induzido a distorções quanto à observação dos fatos e à seleção das informações pertinentes. Isto foi bastante analisado no contexto da pesquisa em psicologia social, destacando-se a interferência das expectativas dos pesquisadores sobre o resultado da pesquisa e também a interferência dos pesquisadores em função das expectativas que eles têm para com os pesquisadores. Além do que precede, na crítica ao experimentalismo há igualmente questionamentos relacionados com o caráter a-ético de certos experimentos de laboratório (ROSNOW, 1981, p. 55-72).

Várias são as possibilidades de trabalho com aplicações da acidez e da basicidade partindo-se da realidade dos educandos. Diferentes amostras de água, por exemplo, a água da chuva, potável e mineral, podem ser utilizadas na diferenciação de sua coloração quando em contato com um indicador natural. Outro professor levanta ainda possibilidades de aplicação deste assunto junto aos alunos, partindo de sua própria experiência pedagógica, quando menciona que ele procurou verificar com os alunos quais os produtos do dia a dia eram básicos e quais eram ácidos. Para tanto, solicitou aos alunos que trouxessem materiais de casa. Primeiramente eles procuram identificar na embalagem dos produtos substâncias que poderiam caracterizá-lo como um ácido ou uma base, para depois realizar a experimentação com os indicadores e validar (ou não) suas hipóteses.

O Professor B aponta em seu relato para a importância de relacionar-se o assunto abordado em sala de aula com a realidade do educando, de modo que aquele possa visualizar os assuntos levantados pelo professor, se não em um laboratório bem instrumentado, mas em um laboratório adaptado, em sala de aula, ou em um ambiente não formal de aprendizagem.

(Professor B) A acidez e a basicidade corresponde a um tipo de assunto que o aluno nunca mais vai esquecer quando realmente compreender do que se trata. É possível propor aos mesmos que pesquisem as características de ácidos e bases previamente à experimentação. E cabe a cada um de nós uma pesquisa posterior a esta técnica, pois não pretendemos esgotar aqui essas temáticas.

Observa-se em seu relato que este professor compreendeu efetivamente os objetivos propostos com esta AEP, os quais sempre estiveram vinculados à sua amplitude para aplicação em qualquer unidade de ensino. Supomos ser altamente interessante abordar temáticas científicas a partir de atividades tangentes à realidade, pois elas irão desafiar os alunos a pensar. Nessa direção, o Professor C aponta que “quando você chega em uma sala de aula com um conhecimento já sistematizado, a aula torna-se mecanizada, resumindo-se a conteúdo, explicação, exercícios e atividades para casa”. Entretanto, essa lógica pode ser alterada, estando o professor sensível para averiguação dos momentos em que poderá/deverá fazê-lo em benefícios didáticos (SILVA, 2014).

V. Considera-se a geração de um produto de sistematização, a partir da articulação das informações tratadas durante o procedimento experimental como fator de extrema relevância ao ganho de significados lógicos, isto é, à Aprendizagem Significativa. Isto poderá se dar pela solicitação/elaboração de um relatório (costumeiramente solicitado após a realização do experimento), ou por meio de outros recursos, tais como produções textuais, elaboração de mapas conceituais, gravação seguida por transcrição e análise, ou qualquer que tome para si o objetivo proposto. No caso da ação desenvolvida, solicitou-se de seus envolvidos uma abordagem argumentativa pós-experimentação, a qual foi gravada, transcrita e analisada qualitativamente, cuja sistematização compôs o ponto **IV** desta seção textual.

Considerações Finais

Considerando o termo estratégia como “a arte de aplicar ou explorar os meios e as condições favoráveis e disponíveis, com vista à consecução de objetivos específicos” (ANASTASIOU, ALVES; 2009, p. 68), compreende-se como uma eficiente estratégia pedagógica para o ensino experimental de ciências a proposição de um problema teórico contextualizador, capaz de originar uma atividade experimental. Dessa relação deriva-se um objetivo experimental e diretrizes metodológicas, etapas que não devem ser vistas como um receituário fechado, mas como propostas metodológicas capazes de significar e de resignificar os procedimentos experimentais ao aluno, ao invés de mecanizá-los. Busca-se essa garantia teórico-metodológica ao se utilizar de objetivos e de diretrizes que não respondam diretamente aos problemas propostos, mas ofereçam elementos experimentais para sua análise, discussão e interpretação.

Por fim, tendo-se em vista os parâmetros de Aprendizagem Significativa propostos por Ausubel e o contexto de um plano de ensino derivado dos momentos pedagógicos de Delizoicov, considera-se a Atividade Experimental Problematizada (AEP), nos moldes tratados, um importante recurso para um ensino experimental de ciências mais eficiente e atrativo, capaz de gerar significados e desenvolver a autonomia do sujeito. Essas argumentações vão ao encontro dos resultados apresentados e discutidos neste texto.

Referências

- ANASTASIOU, L.; ALVES, L. P. Processos de Ensinagem na Universidade: Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 8.ed. Joinville: UNIVILLE, 2009.
- AUSUBEL, D. P.; Novak, J. D.; HANESIAN, H., Educational Psychology: a cognitive view. 2nd Ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- AUSUBEL, D. P.; Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva, Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: MOREIRA & AXT. Tópicos em ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- CARVALHO, A. M. P. VANNUCCHI, A. I. e BARROS, M. A. Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2007.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 1992.
- FRACALANZA, H; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. O Ensino de Ciências no Primeiro Grau. São Paulo: Atual, 1986.
- 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.
- 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. 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, A. C. Metodologia do ensino superior. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- GIL PEREZ, D.; CASTRO, P. V. La orientacion de las practicas de laboratorio como investigaci3n: un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.14, n.2, 155- 163, 1996.
- GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 8.ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentaç3o 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 guias y guias tradicionales. Investigaç3o 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.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentaci3n y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias, v.17, n. 1, p. 45-60, 1999.
- LEWIN, A. M. F.; LOMÁSCOLO, T. M. M. La metodologia científica em la construcci3n de conocimientos. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.20, n.2, p.147-154, 1998.
- MAHAN, B. M.; MYERS, R. J.; Química: um curso universitário, Ed. Edgard Blucher LTDA, São Paulo/SP – 2002.
- MOREIRA, M.A.; A teoria da aprendizagem significativa e sua implementaç3o em sala de aula. Brasília/DF. UnB, 2006.
- 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.
- ROSNOW, R. Paradigms in transition, the methodology of social inquiry. Oxford: Oxford University Press, 1981.
- SANTOS, W. L. P. Educaç3o Científica Humanística em uma Perspectiva Freiriana: Resgatando a Funç3o do Ensino de CTS, Alexandria Revista de Educaç3o em Ciência e Tecnologia, v. 1, n 1, p. 109-131, 2008.
- SILVA, A. L. S. A formaç3o de um professor de Ciências pesquisador a partir de seu saber/fazer pedagógico. Tese de Doutorado. Porto Alegre: PPGEDU/UFRGS, 2014.
- SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificaç3o das atividades para o Ensino de Ciências. Experiências em Ensino de Ciências V.10, N°. 3. 2015.
- ZUCCO, C. Graduaç3o em Química: avaliaç3o, perspectivas e desafios. Química Nova, v. 30, n.6, p.1429-1434, 2007.