



Vitruvian Cogitationes - RVC

**DA CONCEPÇÃO DE INVESTIGAÇÃO À ADOÇÃO DE UM PROBLEMA NA
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: ASPECTOS METODOLÓGICOS**

*DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN A LA ADOPCIÓN DE UN PROBLEMA EN LA
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: ASPECTOS METODOLÓGICOS*

*FROM THE CONCEPT OF INQUIRY TO THE ADOPTION OF A PROBLEM IN SCIENCE
EDUCATION: METHODOLOGICAL ASPECTS*

Marcello Ferreira

Universidade de Brasília – UnB; marcellof@unb.br

 <https://orcid.org/0000-0003-4945-3169>

André Luís Silva da Silva

Universidade Federal do Pampa – Unipampa; andresilva@unipampa.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-8245-9389>

Khalil Oliveira Portugal

Universidade de Brasília – UnB; khalil.portugal@unb.br

 <https://orcid.org/0000-0002-9239-4443>

Antony Marco Mota Polito

Universidade de Brasília – UnB; antony@unb.br

 <https://orcid.org/0000-0002-1271-8648>

Olavo Leopoldino da Silva Filho

Universidade de Brasília – UnB; olavolsf@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-8078-3065>

Michel Corci Batista

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR; profcorci@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7328-2721>

Felippe Guimarães Maciel

Universidade de Brasília – UnB; felippe.maciel02@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-1008-2762>

Roberto Vinícios Lessa do Couto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; roberto.vinicios.86@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-9393-917X>

Resumo: Neste trabalho, adotamos a experimentação como estratégia didático-pedagógica na educação em ciências e analisamos os elementos teóricos e metodológicos que podem ser por ela integrados. Em particular, abordamos os principais pressupostos do Ensino por Investigação e da Resolução de Problemas e suas inter-relações e possíveis amálgamas na construção de uma Abordagem Experimental Problematizada (AEP). Abordamos, precisamente, a inteligibilidade dos pressupostos sobre os quais estão configuradas essas duas estratégias e apresentamos, ainda, exemplos concretos para articular as estratégias referidas.

Palavras-chave: Ensino por Investigação; Resolução de Problemas; Abordagem Experimental Problematizada.

Resumen: En este trabajo, adoptamos la experimentación como estrategia didáctico-pedagógica en la educación de las ciencias y analizamos los elementos teóricos y metodológicos que pueden ser integrados por ella. En particular, abordamos los principales supuestos de la Enseñanza Basada en la Investigación y la Resolución de Problemas y sus interrelaciones y posibles fusiones en la construcción de un Enfoque Experimental Problematizado (EEP). Precisamente abordamos la inteligibilidad de los supuestos sobre los que se configuran estas dos estrategias y también presentamos ejemplos concretos para articular las estrategias antes mencionadas.

Palabras-clave: Enseñanza Basada en la Investigación; Solución de Problemas; Enfoque Experimental Problematizado.

Abstract: In this essay, we adopt experimentation as a didactic-pedagogical strategy in science education and analyze the theoretical and methodological elements that can be integrated by it. In particular, we approach the main aspects of Teaching by Inquiry and Problem Solving and their interrelationships and possible amalgams in the construction of a Problematized Experimental Approach (PEA). We specifically present the strategies defined for the two approaches and present the mentioned articulation strategies.

Keywords: Teaching by Inquiry; Problem Solving; Problematized Experimental Approach.

1 INTRODUÇÃO

O Ensino por Investigação é, atualmente, uma abordagem amplamente discutida no âmbito da Educação em Ciências. Sabe-se, também, que sua utilização, por parte dos agentes do processo educacional, requer, necessariamente, a adoção conjunta de ações e de metodologias específicas, parte das quais se encontram tratadas e refletidas no trabalho de diversos autores, particularmente ao longo das últimas duas décadas em que se intensificaram as preocupações com abordagens didáticas alternativas aos modelos instrucionistas usuais (Sandoval, 2005; Munford; Lima, 2007; Zompero; Laburú, 2011; Carvalho, 2013; Bogner; Schumm; Rutten, 2014; Pedaste *et al.*, 2015; Sasseron, 2018).

Em particular, alguns autores têm refletido a respeito da sistematização da chamada Atividade Experimental Problematizada (AEP), que se coloca como uma abordagem educacional diferenciada no contexto da Educação em Ciências (Silva; Moura; Del Pino, 2015;

Silva; Moura, 2018; Ferreira *et al.*, 2022; Ferreira *et al.*, 2022). A experimentação como abordagem didático-pedagógica, na AEP, contudo, requer a integração de elementos teóricos e metodológicos que sejam compatíveis com os pressupostos de duas estratégias de planejamento e de mediação instrucional que lhe são centrais, a saber: o **Ensino por Investigação** e a **Resolução de Problemas**. Ganham relevância, portanto, no contexto da AEP, reflexões que busquem aprofundar-se na relação entre essas duas estratégias, bem como em sua caracterização geral, sobretudo no que se refere à *práxis*¹ docente (Silva; Moura, 2018; Ferreira *et al.*, 2022; Ferreira *et al.*, 2022).

Com relação ao Ensino por Investigação, tais elementos não podem perder de vista a natureza eminentemente investigativa do processo experimental como um todo. Isso requer, entre outras coisas, que jamais sejam adotadas diretrizes únicas e prévias ao entendimento dos problemas didáticos e dos meios pelos quais se poderá alcançar suas possíveis soluções. Com relação à Resolução de Problemas, tais elementos requerem, como condição necessária, que as atividades práticas sejam sempre iniciadas pela colocação e pela caracterização de situações-problema genuínas, a partir das quais as ações devem ser planejadas e, posteriormente, conduzidas. O presente trabalho tem por objetivo abordar, precisamente, a inteligibilidade dos pressupostos sobre os quais estão configuradas essas duas estratégias.

2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Têm sido crescentes e substanciais as pesquisas e os debates que, no âmbito da Educação em Ciências, buscam apresentar variados argumentos com o intuito de fundamentar seu entendimento acerca do conceito/princípio associado ao **Ensino por Investigação**. A despeito das particularidades dos argumentos e das caracterizações que daí advém, existe pelo menos uma ideia comum às perspectivas referenciadas neste trabalho: a absoluta necessidade de que o planejamento e o uso de estratégias didático-pedagógicas sejam capazes de dinamizar e ampliar a participação dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem, no contexto da sala de aula ou do ambiente de prática (Azevedo, 2004; Munford; Lima, 2007; Bogner; Schumm; Rutten, 2014; Ferraz; Sasseron, 2017).

Além dessa ideia comum, que possui um caráter **ético-normativo**, muitos são também os autores que apontam ser uma característica essencial do Ensino por Investigação que este se consubstancie por meio de uma metodologia que envolva tarefas de elaboração de hipóteses e de suas testagens, seja nas atividades de pesquisa, em geral, seja nas que se referem mais especificamente à experimentação. Somente nessa concepção atividades experimentais podem caracterizar um ensino verdadeiramente **investigativo** (Bassoli, 2014).

Na linha teórica que busca integrar a experimentação e a Resolução de Problemas, aqui estabelecida, Zompero e Laburú (2010) destacam que o Ensino por Investigação requer um problema cuja solução seja desconhecida pelo estudante. A interação com o professor ocorreria justamente na etapa em que as hipóteses são levantadas, momento no qual o professor pode, ainda, aproveitar para conhecer, expor, fomentar a conscientização e colocar em ação conhecimentos já previamente adquiridos, com base em reflexões mais profundas. Ainda nessa etapa é que se espera que ocorra uma discussão acerca da relação entre o problema posto e a fenomenologia que será, eventualmente, exposta e controlada pela etapa experimental. Na etapa que envolve a experimentação, propriamente dita, esse controle da fenomenologia, a serviço da

¹ A concepção de *práxis* aqui adotada refere-se à proposição que a caracteriza como a "[...] atividade humana que transforma o mundo natural e social para fazer dele um mundo humano, sem que por outro lado essa atividade seja concebida com um caráter estritamente utilitário. A *práxis* contém as dimensões do conhecer (atividade teórica) e do transformar (atividade prática), ou seja, teoria e prática são indissociáveis: [...] fora dela fica a atividade teórica que não se materializa [...] por outro lado não há *práxis* como atividade puramente material, sem a produção de finalidades e conhecimentos que caracteriza a atividade teórica" (Vazques, 1968, p. 108).

solução do problema, deve se alicerçar em metodologias de controle para a aquisição e análise dos dados.

O número e a diversidade de trabalhos que tematizam as caracterizações e os conceitos associados com o Ensino por Investigação são grandes. Dentre os de referência e interesse, no contexto deste ensaio, chamamos particular atenção para *Inquiry Based Science Education*². A título de definição, para Bogner, Schumm e Rutten (2014), o ensino, quando investigativo, configura-se como uma dinâmica processual caracterizada por constante questionamento e paulatina complexidade, na qual a busca por respostas/soluções deve dar-se a partir da manipulação de dados/informações empíricas(as). Esses elementos empíricos devem ser provenientes de experimentos específicos e as soluções dos problemas propostos podem emergir diretamente desses elementos ou, mais frequentemente, por meio de movimentos de contraste entre os dados ou informações empíricas e algum marco teórico especificado. Em termos de *práxis* docente, a reflexão coletiva acerca do problema proposto ganha centralidade, e dela surgem, em não raros casos, diretrizes metodológicas apontadas pelos próprios estudantes. É desse entendimento que se poderá desenvolver práticas significativas e aderentes aos diversos interesses identificados em um grupo de trabalho.

Embora o espectro de especificações guarde, entre si, diferenças essenciais, o Ensino Investigativo possui ou busca alcançar certo grau de similitude com as práticas correntes adotadas no âmbito da pesquisa científica. A existência de intenções propriamente pedagógicas, por outro lado, implica buscar a transferência das decisões pertinentes ao processo de aprendizagem, bem como o seu controle efetivo, aos próprios aprendizes. Isso, por sua vez, implica a necessidade de se compartilhar, com eles, a identificação de temas que sejam de seu interesse, na escolha dos problemas a serem abordados, bem como a busca de métodos de investigação mais afeitos à caracterização desses problemas e que devem, preferencialmente, possuir forte relação com os respectivos contextos de vida. São esses elementos que devem, supostamente, permitir também a mobilização criativa dos estudantes para identificarem novos objetos e objetivos de aprendizagem que envolvam seus focos particulares de interesse.

Ao se demarcar uma situação-problema – a partir da qual serão planejadas e desenvolvidas as estratégias didático-pedagógicas, tendo em vista a busca por uma solução cientificamente aceitável –, atividades de campo, projetos, portfólios e práticas correlatas devem ser incentivadas. Elas oferecem condições para geração de dados/informações e, conseqüentemente, para a sua análise, estimulando o desenvolvimento de argumentos a partir de entendimentos particulares e distintos. O trabalho de criação e de levantamento de hipóteses – bem como sua exposição e seu compartilhamento, ao se considerar um trabalho colaborativo – enfatiza potencial autonomia, frente ao que os estudantes optam por realizar, e põe em movimento uma dimensão crítica, com relação ao que escolhem ser pertinente e instigante considerar.

O professor, nessa perspectiva, desempenha a função genuína de orientação e mediação, como regularmente se faz menção, e deve estar ciente e atento ao fato de que de seu incentivo dependem variadas possibilidades de aprendizagem. Tal perspectiva encontra previsão e respaldo no âmbito de variados referenciais teóricos de ensino e aprendizagem, descritivos ou normativos (Moreira, 2017; Silva Filho; Ferreira, 2018; Silva Filho *et al.*, 2021), e de perspectivas cognitivas ou emocionais.

3 PROPOSIÇÃO/RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

² Educação Científica Baseada em Investigação, em tradução livre.

A Atividade Experimental Problematizada (AEP) é uma abordagem didático-pedagógica cuja realização prática se instaura e se articula em torno da caracterização de uma situação-problema (ou de um problema). Contudo, a fim de, inclusive, evitar alguns equívocos conceituais recorrentes, é importante caracterizar a **metodologia de ensino subjacente** e, em seguida, a concepção assumida com base nessa metodologia, tendo em vista os pressupostos imperativos à sua associação com a AEP.

A metodologia de ensino denominada **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas** (ABRP)³ tem sido fortemente desenvolvida, nas últimas décadas, ao redor do mundo (Berbel, 1998). No Brasil, Instituições de Ensino Superior, destacando-se cursos da área da saúde, têm se valido de tal proposta, cuja experiência, crescentemente, tem sido estendida a cursos de outras áreas do conhecimento (Ribeiro, 2008).

Na perspectiva da ABRP, é imprescindível que se considere e se aproveite muito judiciosamente do que o estudante porta consigo, em termos de conhecimentos prévios, pois isso é – como condição necessária envolvida na próprias definições e premissas – fundamental para que o processo teórico-metodológico da Resolução de Problemas possa ser realizado de forma bem-sucedida. Também por razões de compatibilidade com os princípios teóricos de fundo, na metodologia da ABRP o professor deve estar atento para desempenhar a função precípua de colaborador de aprendizagens, mormente, mediando os objetos de conhecimento e suas relações. Além disso, em virtude de serem os grupos de trabalho a alternativa mais viável no desenvolvimento da ABRP, mais oportunidades são oferecidas para o compartilhamento das ações e dos resultados da aprendizagem. Desse modo, a metodologia de ensino ABRP é predominantemente centrada no estudante, tal que o problema que lhe serve de suporte seja de sua familiaridade, possua um contexto que lhe seja próximo, além de ser relevante social e/ou ambientalmente.

Com relação às práticas pedagógicas, as atividades educativas da ABRP podem contribuir no intuito de superar as abordagens tradicionais, caracterizadas por um ensino fragmentário, e adotar práticas mais afeitas aos desenvolvimentos de competências individuais que envolvam mais complexidade cognitiva e possibilidades de integração social qualificada, tais como a atitude crítica e criativa, o trabalho em equipe e colaborativo, a capacidade de argumentação, a busca constante por soluções de problemas e a construção participativa de saberes e de fazeres, bem como o desenvolvimento do pluralismo estratégico e metodológico (Amado; Vascelos, 2015).

Tendo em vista as particularidades da metodologia da experimentação, sua associação potencial ao cotidiano do estudante pressupõe uma atitude de rompimento dos paradigmas do modelo experimental prescritivo, demonstrativo e reprodutivo, com a conseqüente apropriação de uma perspectiva inovadora, ativa, participativa, instigante e desafiadora. Problemáticas que veiculam experimentos com elementos do cotidiano promovem dimensões científicas e críticas, ampliam o envolvimento aos processos de ensino e aprendizagem, mobilizam conhecimentos prévios e os relacionam à situação de estudo, promovendo, ademais, competências de reflexão, organização, planejamento, colaboração, respeito às diferenças, mediação, autonomia e autogestão do aprendizado (Cachapuz *et al.*, 2005; Vasconcelos; Almeida, 2012; Suarez; Sartori; Fatibello-Filho, 2013).

O entendimento aprofundado acerca da concepção do que é um problema, no contexto da ABRP e da AEP, é indispensável, uma vez que é a partir desse entendimento que serão instauradas as bases teóricas (de planejamento) e metodológicas (de desenvolvimento) da atividade prática. Em termos gerais, um **problema** é, essencialmente, uma situação (real ou putativa) que coloca uma exigência e/ou uma expectativa com relação à existência, à busca e

³ *Problem Based Learning* (PBL).

ao encontro de uma **solução**. A solução de um problema, mesmo que desconhecida é, de fato, quem o define. E isso é assim não apenas porque a solução, por definição, **dissolve o problema**, mas porque consideramos que essa dissolução se dá apenas nos termos acordados e esperados, ainda que tacitamente. Ou seja, a solução é, para além de qualquer dúvida ou questionamento razoável, um motivo com relação ao qual todos os agentes racionais que entendem os termos nos quais o problema foi exposto têm para cessar as buscas. Nesse mesmo sentido, problemas insolúveis são aqueles cuja dissolução é a demonstração de que uma solução não existe. Assim, seja lá qual for a solução e, mesmo que ela não exista, um problema propõe uma tarefa com relação à qual, segundo Echeverría e Pozo (1998, p. 16), “[...] não dispomos de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-la de forma mais ou menos imediata, sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos”.

Nessa mesma linha teórica-conceitual, Lopes (1994) menciona que apesar da complexidade do tema, existe um consenso dentre os pesquisadores integrantes da subárea do Ensino de Ciências de que problemas consistem em algo sobre o qual não se conhece previamente uma solução, e nem mesmo são estabelecidos métodos únicos à tal determinação. Nesse sentido, Echeverría e Pozo (1998) diferenciam **problemas de exercícios**, precisamente pelos últimos possuírem mecanismos imediatos de solução. Problemas e exercícios também apresentam distinções significativas quanto aos objetivos de sua utilização, no contexto instrucional. Esta diferenciação é citada por Lopes (1994): exercícios podem ter sua utilização vinculada à operacionalização de conceitos, ao treinamento com relação ao uso de algoritmos, técnicas, leis ou regras, bem como à exemplificação de dadas situações e/ou simulações. Diferentemente, utilizar problemas vincula-se à otimização de estratégias de raciocínio, à apropriação adequada de conceitos/princípios e ao desenvolvimento de conhecimentos processuais.

Sendo assim, considera-se que o entendimento das características associadas com os itinerários de resolução pode consistir em fator determinante para a percepção da atividade como um problema ou como um exercício. Entretanto, tais características podem ser vinculadas tanto a seus objetivos de utilização quanto às estratégias didáticas desenvolvidas pelo professor. Em síntese, conhecer as estratégias de resolução poderia configurar dada atividade como **exercício** a ser utilizado para reforçar tais estratégias. Não conhecer as estratégias de resolução poderia, então, afigurar a atividade como **problema**, o qual poderia ser utilizado para o desenvolvimento de habilidades mais complexas do que o reforço de tais estratégias conhecidas.

Obviamente, muito embora exercícios tenham uma função e um valor reconhecidos, atividades didático-pedagógicas devem transcender à aplicação de técnicas, exigindo do aluno meios e modos mais sofisticados e satisfatórios de entendimento e manipulação de situações. Ou seja, ir além do estágio da realização de exercícios e proporcionar um ambiente de solução de problemas genuínos é uma necessidade, em vista de qualquer objetivo que envolva um ensino de qualidade superior. Nessa linha de raciocínio, algumas recomendações a fim de aproximar situações de ensino/aprendizagem de problemas e distanciá-las de exercícios são interessantes, tais como: a proposição de tarefas abertas que admitam distintas vias de solução e, inclusive, mais de uma solução possível ou, ainda, em um nível mais elevado de sofisticação, nenhuma solução possível; a inserção de cenários cotidianos e significativos para o aluno; a não restrição da atividade a uma ilustração, demonstração ou exemplificação de determinado conteúdo; o incentivo ao aluno para tomar suas próprias decisões durante o processo de (re)solução, para além do domínio da mera classificação dos dados e das informações (Pozo; Crespo, 2009).

Existem muitos modos pelos quais um problema de natureza didática se apresenta, em termos de estruturação e validação, bem como em termos de suas condições de enfrentamento

e classificação. Problemas didáticos podem ser classificados em diversos modelos, de acordo com suas características próprias e com os objetivos derivados. Pozo e Crespo (2009), em particular, apresentam a seguinte categorização: **problemas qualitativos**, **problemas quantitativos** e **pequenas pesquisas**. Os **problemas qualitativos** se caracterizam por sua resolução ser passível de obtenção por meio de procedimentos ditos “conceituais”, ou seja, que não empregam ferramentas matemáticas – ao menos, formalmente e/ou explicitamente – e “teóricos”, ou seja, sem a necessidade de empregar manipulações experimentais⁴.

Problemas qualitativos apresentam como vantagem propiciar aos estudantes uma articulação de conceitos e de princípios científicos pertencentes a categorias mais gerais e abstratas. O grau de generalidade e de abstração que lhes é mormente associado se traduz, não raramente, em enunciações que possuem maior amplitude semântica e interpretativa – quando comparados com os demais tipos de problemas. Essa amplitude característica dos seus enunciados tende a, naturalmente, se refletir nas soluções que podem ser esperadas. Exatamente em virtude disso, problemas qualitativos tendem a se apresentar como abertos, no sentido de permitirem não apenas uma certa pluralidade de soluções, mas, também, articulações que, potencialmente, transcendem o âmbito de uma área particular do conhecimento. Isso tudo coloca um desafio para o professor, que deve estar atento para as dificuldades que problemas dessa natureza colocam para os estudantes, em termos do grau de exigência relacionada à sua correta compreensão (Pozo, 1998). Assim, antes de propor um problema, o professor deve ter muito bem definidos os objetivos pretendidos e, durante sua resolução, deve orientar os estudantes cuidadosamente, a fim de que o reconhecimento do problema, por parte dos estudantes, seja compatível com os objetivos estabelecidos. Isso implica, por sua vez, certo grau de intervenção que deve ser judiciosamente calibrado para que as características próprias de um problema não sejam desvirtuadas e ele não degenere em um mero exercício.

Os **problemas quantitativos**, por sua vez, se caracterizam por envolverem, em maior ou menor medida, estruturas matemáticas. Tais estruturas compõem-se de várias formas, tanto explícitas como tacitamente, e em vários níveis, tanto no âmbito de seu enunciado quanto no âmbito das soluções esperadas. Em geral, podem envolver dados numéricos (ou constantes arbitrárias) associados com grandezas físicas mensuráveis, e expressões matemáticas na forma de definições, de identidades ou de equações, que relacionam funcionalmente grandezas físicas entre si. Muito embora, frequentemente, a solução que se espera deva ser conforme o caráter quantitativo de seus enunciados, problemas quantitativos podem exigir soluções finais que sejam parcial ou completamente qualitativas – mesmo que seu desenvolvimento seja completamente quantitativo (Pozzo; Crespo, 2009).

As vantagens encontradas na utilização de problemas desse tipo são as possibilidades de alcançar objetivos mais concretos – no que se refere ao aprendizado de conceitos e de leis científicas para fins aplicados – e de alcançar objetivos mais práticos – no que se refere ao aprendizado de habilidades, técnicas e algoritmos. Desse modo, problemas quantitativos são particularmente interessantes quando o objetivo didático envolvido é a capacitação para certo grau de operacionalização da ciência em contextos e situações quotidianas – por exemplo, em situações práticas que requeiram compreensão de unidades de medida e dimensões associadas com grandezas físicas, no uso de instrumentos e equipamentos. Porém, isso de modo algum exclui sua aplicação a situações práticas de maior amplitude, mas que ainda assim requeiram uma apreciação que envolve certo grau de rigor e precisão – por exemplo, em situações que

⁴ Duas ressalvas cabem aqui. Primeiro: não é verdade que ‘conceitual’ não comporte, semanticamente, aspectos quantitativos – afinal, objetos matemáticos são conceituais –, mas, principalmente, mesmo procedimentos que não empregam métodos ou algoritmos formais podem ter um aspecto matemático envolvido. Segundo: a dicotomia teórico/experimental é, a rigor, falsa, pois todo procedimento experimental possui carga teórica envolvida. Essas ressalvas são importantes, do ponto de vista da educação, pois a transferência de dicotomias e/ou distinções equivocadas ou imprecisas pode ser limitadoras no que se refere à formação dos estudantes.

requeiram tomadas de decisão com relação a políticas públicas e/ou privadas que envolvam setores mais técnicos do estado ou de empresas.

Contudo, um importante inconveniente dos problemas quantitativos relaciona-se com o fato de que os estudantes podem vincular sua resolução exclusivamente à implementação de um algoritmo para obtenção de um resultado numérico (ou matemático, em geral). Isso envolve o risco de que os estudantes não alcancem os objetivos didáticos pretendidos pelo professor, se esses requerem uma articulação mais profunda entre os conceitos científicos envolvidos. Nesse sentido, ainda, as dificuldades matemáticas encontradas podem se sobressair e empanarem a própria situação física de que trata o problema, fazendo com que esse seja percebido pelo aluno e avaliado pelo professor meramente como uma resolução de um exercício. Isso pode ser minimizado quando a quantificação não é percebida como um fim e as estratégias adotadas são fomentadas nas discussões decorrentes do processo, buscando-se aproximações constantes com o marco teórico que o circunscreve.

As **pequenas pesquisas** são uma terceira unidade classificatória dos problemas, conforme proposto por Pozo e Crespo (2009). Segundo esses autores, trata-se daqueles problemas que exigem, em seu processo de confrontação, a realização de um trabalho empírico, desenvolvido em laboratórios ou em outros ambientes propícios para a execução prática. Com relação aos problemas dos tipos anteriores, as pequenas pesquisas apresentam características reconhecidamente mais próximas ao trabalho de investigação científica, propriamente dita. De fato, são os tipos de problemas que propiciam oportunidade para que os estudantes formulem hipóteses, elaborem estratégias de trabalho e realizem reflexões acerca dos resultados parciais e finais obtidos, bem como do percurso investigativo, como um todo integrado. Em tese, as pequenas pesquisas propiciam, se bem-sucedidas, maior estabelecimento de conexões entre os objetos de conhecimento e os contextos cotidianos, quando comparadas com os demais tipos de problema. Elas, portanto, têm maior potencial no que se refere à tão desejada transferência de saberes entre meios tão distintos, como são o escolar e o social.

Em que pese a maior proximidade com relação à prática científica, não se deve perder de vista que as pequenas pesquisas carecem, por óbvio, de qualquer condição de serem a ela identificadas. Nesse sentido, alguns inconvenientes são evidentes, como as aproximações indevidas entre procedimentos de interesse pedagógico e as etapas dos procedimentos científicos, ou seja, sugerindo um entendimento de que **fazer** ciência e **aprender** ciência incorporam elementos teórico-metodológicos únicos ou, ainda, interdependentes (Pozo, 1998). Nem é essa a pretensão didática que deve nortear seu emprego, muito embora não se possa menosprezar sua função como um potencial catalizador de motivações para que determinados estudantes especialmente vocacionados se encaminhem no sentido de se tornarem verdadeiros cientistas. Porém, a grande maioria dos demais estudantes se aproveitará bem desse tipo de problema – se estes forem bem planejados e conduzidos –, na medida em que podem aprender e praticar uma série de estratégias, procedimentos e padrões que podem ser extremamente úteis em muitos outros campos de atividade profissional, quando devidamente exportados e adaptados (Pozo, 1998).

Pelo que se expôs, as pequenas pesquisas envolvem a aprendizagem de conceitos, princípios, habilidades e estratégias que podem albergar características tanto qualitativas quanto quantitativas. Nesse sentido, embora categorizados, os problemas, especialmente aqueles mais complexos, podem integrar-se concomitantemente a mais de uma das categorias citadas. Isso, de fato, mostra que a classificação proposta por Pozo e Crespo (2009) não cumpre exatamente os requisitos de uma boa classificação, *stricto sensu*, já que toda boa classificação não apenas deve permitir categorizar todos os exemplares como deve também classificar cada exemplar em uma única categoria. Porém, isso é de menor importância para o nosso contexto, porque a maior diferença entre as pequenas pesquisas e os demais tipos de problema está menos na – de resto,

totalmente artificial – divisão entre aspectos qualitativos e quantitativos do que no tipo de objetivos didáticos que se quer alcançar.

4 ALGUMAS SUGESTÕES DE PROBLEMAS NO ÂMBITO DA AEP

A partir das características expostas, pode-se perceber que problemas qualitativos, quantitativos e as pequenas pesquisas apresentam variadas diretrizes de modo e objetivos, o que acarreta possíveis vantagens e desvantagens em seu emprego didático. Problemas qualitativos abordam questões conceituais e/ou procedimentais, sem demandar artifícios matemáticos explícitos e ostensivos para sua resolução. Problemas quantitativos também abordam questões conceituais e procedimentais, porém são enunciados por meio de estruturas matemáticas e deles se espera soluções que igualmente as empregue. Pequenas pesquisas, por sua vez, apresentam características que perpassam àquelas dos tipos anteriores, em maior ou menor grau, estando vinculadas ao desenvolvimento de um trabalho de natureza empírica. No Quadro 1, são apresentados três exemplos de problemas, correspondentes à cada tipo citado.

Quadro 1 – Exemplos de problemas em ciências, tendo em vista as discussões consideradas

Problema	Exemplos
Qualitativo	Explique, utilizando de fundamentos científicos, por que a roupa seca mais rapidamente nos dias em que há vento do que nos dias em que não há.
Quantitativo	Em uma tempestade, observamos que o tempo transcorrido desde que se vê o raio até que a trovoadas seja ouvida é de 10 segundos. A quantos quilômetros do observador ocorre a tempestade, sabendo que a velocidade do som no ar é de 340 m/s?
Pequena pesquisa	Sabemos que quando soltamos um corpo ele é atraído pela Terra e cai livremente até o solo. Contudo, o que não sabemos muito bem é se todos os corpos caem juntos. Desenhe um experimento que permita obter conclusões a este respeito, determinando quais fatores influenciam na queda.

Fonte: Adaptado de Pozo e Crespo (2009).

Dadas as especificidades que caracterizam a AEP – em particular, tendo em vista que essa estratégia didático-pedagógica está, por definição, ligada à atividade de experimentação –, entende-se que o seu problema instaurador se aproxima, de modo mais costumaz, da categoria de **pequenas pesquisas**. Porém, isso não é uma necessidade, pois é plenamente possível que uma AEP possua um problema instaurador que seja melhor classificado segundo as categorias de problemas qualitativos ou quantitativos. Tomando-se essa ideia como central, apresenta-se, no Quadro 2, três exemplos de AEPs em seu primeiro elemento de planejamento constituinte: o **problema proposto**.

Quadro 2 – Exemplos de AEPs (problemas propostos)

AEP	Problema
1	Deseja-se reduzir a temperatura de um sistema utilizando-se para isso sal de cozinha e gelo. Sendo assim, como se deverá proceder para que a temperatura apresente uma variação maior ao se utilizar do gelo triturado ou em cubos?
2	Para a potabilidade da água, são necessários procedimentos iniciais capazes de torná-la límpida e cristalina. Para tanto, podemos utilizar tanto processos de natureza física como processos de natureza química. Ambos possuem a mesma eficiência? Por quê?
3	A reatividade química determina a direção de todas as reações químicas do laboratório, da indústria e de nosso cotidiano. O enferrujamento de uma grade de ferro exposto à ação climática e a estabilidade química da platina ao ser utilizada em procedimentos cirúrgicos nos demonstra, por exemplo, ser o ferro mais reativo do que a platina. Assim, de que modo podemos elaborar uma ordem crescente de reatividade metálica?

Fonte: Adaptado de Silva e Nogara (2018).

Nos três casos, são propostas situações com suficiente grau de abertura para a utilização de estratégias metodológicas que lancem mão de diferentes elementos teóricos. De fato, distintas soluções são igualmente pertinentes e passíveis de justificação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino por Investigação tem assumido posição de destaque dentre as diversas metodologias ativas existentes. Na maior parte dos casos, o Ensino por Investigação adota uma abordagem experimental que permite ao estudante a manipulação de vários objetos concretos, tais como os que compõem as amostras, os instrumentos de medida, os instrumentos de aquisição de dados, catalogação e análise, etc. Nesse contexto, torna-se evidente que o Ensino por Investigação deve partir, necessariamente, de um problema inicial associado com um determinado setor da fenomenologia natural, cuja compreensão deve ser alcançada por meio do levantamento de hipóteses, de suas testagens e das análises realizadas com base nos conceitos e nas teorias pertinentes. Desse modo, faz-se necessário fundamentar adequadamente o que se concebe como **problema**.

A Aprendizagem Baseada em Problemas fornece, no seu escopo geral, tais fundamentações. Em particular, ressalta-se, no contexto do Ensino por Investigação, a adoção de problemas abertos, cuja formulação e resultados devem ser suficientemente bem estabelecidos, mas que não devem possuir caminhos de solução predefinidos e algorítmicos. Intuitivamente, podemos considerar que o número de possíveis soluções é um indicador do grau de complexidade do problema – com exceção dos problemas insolúveis que, em geral, são os mais complexos.

Em situações mais específicas da Aprendizagem Baseada em Problemas, de caráter eminentemente experimental, emerge a Aprendizagem Experimental Problematizada, que especifica e aprofunda a noção de **problema** e do significado da *práxis* correlacionada à sua solução. Em particular, as ações que podem ser classificadas como **pequenas pesquisas** constituem elemento fundante dessa estratégia metodológica. Esses resultados mostram que os

três referenciais teóricos abordados neste ensaio conversam e se articulam entre si, cada qual especificando e aprofundando aspectos dos outros dois.

REFERÊNCIAS

AMADO, M. V.; VASCOCELOS, C. Educação para o desenvolvimento sustentável em espaços de educação não formal: a aprendizagem baseada na resolução de problemas na formação contínua de professores de ciências. **Interacções**, v. 11, n. 39, p. 355-367, 2015.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-34.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, jul.-set. 2014.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, fev. 1998.

BOGNER, F. X.; SCHUMM, M.; RUTTEN, N. Inquiry Based Science Education: IBSE. **Inspiring Science: Large Scale Experimentation Scenarios to Mainstream and Learning in Science, Mathematics and Technology in Primary and Secondary Schools**, v. 1, p. 1-70, 2014.

CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A. M. P.; PÉREZ, D. G.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

ECHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. *In*: POZO, J. I. (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, p. 1-25, 2017.

FERREIRA, M.; SILVA, A. L. S.; SILVA FILHO, O. L.; POLITO, A. M. M.; CARVALHO, C. A. Relação entre teorias de aprendizagem e teorias de educação exemplificada pela tecnologia educacional da pesquisa investigativa. **Educação**, Porto Alegre, v. 45, n. 1, p. 1-16, jan.-dez. 2022.

FERREIRA, M.; SILVA, A. L. S.; SILVA FILHO, O. L.; PORTUGAL, K. O. Atividade Experimental Problematizada (AEP): asserções praxiológicas e pedagógicas ao ensino experimental das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 308-322, abr. 2022.

LOPES, J. B. **Resolução de Problemas em Física e Química: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: LDA, 1994.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2017.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, jun. 2007.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; VAN RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. C.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, fev. 2015.

POZO, J. I. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RIBEIRO, L. R. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos: EdUFSCar, 2008.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, v. 89, n. 4, p. 634-656, jun. 2005.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, set.-dez. 2018.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G. **Ensino Experimental de Ciências – uma proposta**: Atividade Experimental Problematizada (AEP). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

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. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 51-65, 2015.

SILVA, A. L. S.; NOGARA, P. A. **Atividade Experimental Problematizada (AEP) – 60 experimentações com foco no ensino de Química**: da educação básica à universidade. Curitiba: Appris, 2018.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Teorias da Aprendizagem e da Educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018.

SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M.; POLITO, A. M. M.; COELHO, A. L. M. B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. **Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-33, 2021.

SUAREZ, W. T.; SARTORI, E. R.; FATIBELLO-FILHO, O. Some conceptual aspects and practice of Mohr method in the determination metformin hydrochloride in pharmaceutical

formulations. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 23-30, jan.-jul. 2013.

VASCONCELOS, C.; ALMEIDA, A. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas no Ensino das Ciências**: propostas de trabalho para ciências naturais, biologia e geologia. Porto: Porto Editora, 2012.

VAZQUES, A. S. **Filosofia da práxis**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 12-19, dez. 2010.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, dez. 2011.

Submetido em: 25/08/23

Aprovado em: 12/10/23

Publicado em: 21/12/23



Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), exceto onde está indicado o contrário.