

## ARGUMENTAÇÃO EM CIÊNCIAS MEDIANTE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

*Argumentation in Sciences through experimental activities in the interdisciplinary perspective*

**Daiane Rattmann Magalhães Pirez** [daianepirez2016@gmail.com]

**Rafaele Rodrigues de Araujo** [araujo.r.rafa@gmail.com]

*Universidade Federal do Rio Grande- FURG*

*Av. Itália, km 8, bairro Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil.*

*Recebido em: 04/10/2022*

*Aceito em: 25/04/2023*

### Resumo

Este estudo comunica compreensões sobre as possibilidades no ensinar, mediante atividades experimentais, na perspectiva interdisciplinar, a partir de experiências vivenciadas por professoras com formação na área de Educação em Ciências que atuam na Educação Básica da cidade do Rio Grande/RS. O material empírico da pesquisa foi analisado por intermédio da Análise Textual Discursiva (ATD), constituindo-se pelo registro de memórias e entrevista semiestruturada. No processo de análise, com interlocuções teóricas e empíricas, surgiu a categoria em que apresentamos como argumento central que as possibilidades no ensinar, mediante atividades experimentais na perspectiva interdisciplinar, emergem de atividades investigativas a partir de situações que sejam de interesse dos estudantes e/ou relacionadas a algum contexto. Para isso as atividades experimentais investigativas devem ser permeadas pela argumentação e exploração do “erro” obtido na realização de um experimento, possibilitando assim a articulação entre teoria e prática, além de uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos.

**Palavras-chave:** Atividades Experimentais; Interdisciplinaridade; Argumentação; Atividades Investigativas.

### Abstract

This study communicates understandings about the possibilities of teaching, through experimental activities, in an interdisciplinary perspective, based on experiences lived by teachers trained in the area of Science Education who work in Basic Education in the city of Rio Grande/RS. The empirical material of the research was analyzed through Discursive Textual Analysis (DTA), consisting of the record of memories and semi-structured interview. In the process of analysis, with theoretical and empirical dialogues, the category emerged in which we present as a central argument that the possibilities in teaching, through experimental activities in an interdisciplinary perspective, emerge from investigative activities from situations that are of interest to students and/or related to some context. For this, the investigative experimental activities must be permeated by the argumentation and exploration of the “error” obtained in carrying out an experiment, thus enabling the articulation between theory and practice, in addition to an interdisciplinary approach to the contents.

**Keywords:** Experimental Activities; Interdisciplinarity; Argumentation; Investigative Activities.

## 1. Introdução

As atividades experimentais são consideradas por muitos docentes e pesquisadores como fundamentais para a aprendizagem dos conceitos científicos (OLIVEIRA, 2010; GASPAS, 2014; MALHEIRO, 2016). De acordo com Faria e Carneiro (2020, p.37), “[...] é consenso entre os docentes das disciplinas científicas que deve haver maior espaço para a realização de atividades experimentais em suas aulas”, apontando a valorização do trabalho experimental como possibilidade para a melhoria da educação. Apesar disso, muitos pesquisadores afirmam que “[...] da maneira como vêm sendo utilizada pelos professores, a mesma apresenta uma contribuição nula [...]” (MALHEIRO, 2016, p. 115) para a construção do conhecimento dos estudantes. Além do que a forma como o método científico é empregado transmite uma visão deformada do trabalho científico, ao promover uma Ciência estática e inerte (*idem*, 2016).

Apesar da falta de tempo e da ausência de materiais e de laboratórios adequados serem geralmente apontadas como responsáveis pela dificuldade em desenvolver atividades experimentais nas escolas (FARIA & CARNEIRO, 2020), alguns autores destacam as dificuldades de natureza pedagógica (GASPAS, 2014). De acordo com estudos realizados por Malheiro (2016, p. 116, grifo do autor), é necessário sensibilizar os professores para que ocorra uma mudança de paradigmas na “[...] forma como o ensino indutivista experimental é apresentado aos estudantes, abandonando a ideia da Ciência *verdadeira* [...]” e evoluir para um procedimento de ensino em que o aluno se torne um agente na construção de seu conhecimento, priorizando a correção dos próprios erros. Nesta perspectiva, Carvalho (2010, p. 62) salienta que o erro é importante na construção do conhecimento, pois “[...] aprendemos mais quando erramos e conseguimos superar esse erro do que quando acertamos sem dificuldade”. Portanto, as discussões atuais convergem no sentido de reconceitualizar o trabalho experimental, aproximando o ensino de Ciências das características do trabalho científico (MALHEIRO, 2016; FARIA & CARNEIRO, 2020).

Uma vantagem das atividades experimentais é possibilitar a discussão das implicações da Ciência nas relações sociais associadas à produção do conhecimento científico (OLIVEIRA, 2010). Compreender essas relações é importante para que os estudantes “[...] percebam a ciência como algo mais próximo de sua realidade, contribuindo para despertar seu interesse em temas relacionados à ciência e para a formação de uma visão menos ingênua e distorcida de como a ciência é construída [...]” (OLIVEIRA, 2010, p. 146).

Sasseron (2015, p. 56) explicita que a ciência “[...] deve estar sempre em construção, englobando novos conhecimentos pela análise e em decorrência de novas situações”. Sendo assim, o conhecimento científico é aberto, sujeito a modificações e reformulações (NASCIMENTO, 2016) e se quisermos que os estudantes se aproximem de uma visão mais fiel da construção do conhecimento científico, é preciso que estes conheçam as dificuldades encontradas no fazer científico. Para isso, é necessário superar os reducionismos e visões deformadas na natureza das ciências (CARVALHO, 2016) e concepções de ciência ultrapassadas (FARIA & CARNEIRO, 2020), apoiadas no pressuposto de que a função do experimento é comprovar hipóteses e teorias científicas. Além disso, é importante que as propostas para o ensino da teoria e das práticas de laboratório não sejam abordadas como atividades diferenciadas, tendo em vista que “[...] na realidade do cientista essas formas de trabalho aparecem muito relacionadas umas com as outras, formando um todo coerente e interdependente” (CARVALHO, 2016, p. 19-20).

Nesse sentido, os experimentos do tipo investigativo propiciam que os alunos ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento (OLIVEIRA, 2010; SASSERON, 2015). Devido a sua característica mais aberta, nas atividades de investigação, diferente das atividades experimentais tradicionais, geralmente não existe um roteiro a ser seguido e os alunos são instigados a refletir, questionar e argumentar sobre os fenômenos e conteúdos científicos (OLIVEIRA, 2010).

No ensino por investigação o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado, pois o professor precisa valorizar as pequenas ações dos estudantes (OLIVEIRA, 2010; SASSERON, 2015).

A linguagem científica é argumentativa, portanto, em uma aula de Ciências é comum adotar a argumentação para debater diferentes pontos de vista em relação a determinado tema (SASSERON, 2015; CAPPECHI, 2016). Dessa forma, o ensino por investigação e a argumentação no contexto do ensino aproximam os estudantes “[...] não apenas de conceitos, leis e teorias das ciências, mas também de processos e características da construção do conhecimento” (SASSERON, 2015, p. 59). A argumentação em uma aula de Ciências permite extravasar “[...] a simples apresentação de conteúdos *de* uma disciplina, permitindo também um enfoque mais amplo e sistêmico de aspectos *sobre* a área de conhecimento” (*idem*, 2015, p. 64-65, grifo do autor). Sendo assim, tendo em vista que um dos objetivos da Ciência são as interações e relações entre teorias (NASCIMENTO, 2016), o ensino por investigação “[...] extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas [...]” (*ibidem*, 2015, p. 57), convocando o desenvolvimento de práticas interdisciplinares.

Nesta perspectiva, este estudo tem por objetivo responder a seguinte questão: Como emergem as possibilidades no ensinar, mediante atividades experimentais, na perspectiva interdisciplinar em Ciências da Natureza na Educação Básica? O material empírico da pesquisa foi analisado por intermédio da Análise Textual Discursiva (ATD), constituindo-se pelo registro de memórias e uma entrevista semiestruturada. Assim sendo, a partir das informações produzidas buscamos construir compreensões acerca do fenômeno em análise.

## 2. Metodologia

Esse estudo se trata de uma pesquisa qualitativa, de natureza fenomenológica-hermenêutica, com o objetivo de compreender como emergem as possibilidades no ensinar, mediante atividades experimentais, na perspectiva interdisciplinar em Ciências da Natureza na Educação Básica. Para isso, foram selecionadas 4 (quatro) professoras com formação na área de Educação em Ciências que atuam na Educação Básica da cidade do Rio Grande/RS a partir de duas etapas: participação no II Curso Online de formação de professores sobre Feiras e Mostras Científicas<sup>1</sup>, em que a pesquisadora ministrou a temática Experimentação; e encontros do projeto de extensão “Feira das Ciências: Integrando Saberes no Cordão Litorâneo”, dos quais a pesquisadora participa como colaboradora.

Nessa perspectiva, o material empírico da pesquisa se constituiu pelo registro de memórias, efetuado no Ambiente Virtual de Aprendizagem/AVA Moodle da Universidade Federal do Rio Grande- FURG, a partir de uma atividade proposta na temática Experimentação, e por uma entrevista semiestruturada. Essas informações foram analisadas por intermédio da Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiuzzi (2016). Assim sendo, a partir das informações produzidas buscamos construir compreensões acerca do fenômeno em análise, articulando descrição e interpretação mediadas pela linguagem.

A linguagem ocupa um lugar de destaque na ATD, pois segundo Moraes e Galiuzzi (2016, p. 28), “[...] é por seu intermédio que o sentido surge e se manifesta”. Segundo os referidos autores, o

<sup>1</sup> O “II Curso Online de formação de professores sobre Feiras e Mostras Científicas” emerge da união dos projetos de extensão “Mostra de Ciências e do Conhecimento de Santo Antônio da Patrulha” e “Feira das Ciências: Integrando Saberes no Cordão Litorâneo”, ambos vinculados ao Instituto de Matemática, Estatística e Física - IMEF da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Esses visam desenvolver Mostras e/ou Feiras das Ciências, constituindo um movimento anual que permeia desde a formação de professores para o desenvolvimento, organização e execução de projetos investigativos ao incentivo de estudantes da Educação Básica para o desenvolvimento da atividade científica, cultural e tecnológica.

ser humano reside na linguagem e investigá-la é “[...] investigar o próprio ser, tendo a fala o poder efetivo de traduzir a essência do ser e dos fenômenos” (*idem*, p. 29).

Sendo assim, mediadas pela linguagem, iniciamos nossa análise com o *corpus* da pesquisa composto pelo registro das memórias e a transcrição das entrevistas. Entendendo que na natureza cada ser possui características e necessidades específicas, e levando em consideração e respeitando as vozes das professoras participantes da pesquisa, atribuímos a cada uma delas um pseudônimo de diferentes flores<sup>2</sup>, conforme suas escolhas: Suculenta, Girassol, Violeta e Lírio. Por intermédio do *corpus*, iniciamos o primeiro movimento de análise, a unitarização. Obtivemos 32 unidades de significado ao fragmentar as informações obtidas na busca por significados capazes de contribuir com o tema investigado (MORAES & GALIAZZI, 2016).

Após essa etapa inicial de desconstrução, iniciamos o processo de categorização ao estabelecer relações entre as unidades de significado. Nesse segundo movimento buscamos uma organização, ordenamento e agrupamento dos conjuntos de unidades de significado, no intuito de conseguir expressar novas compreensões referentes ao fenômeno investigado. Esse é o momento em que emergem “[...] as teorizações do pesquisador, produzidas a partir de perspectivas teóricas implícitas dos sujeitos da pesquisa e do próprio pesquisador, sempre em interlocução com outros teóricos” (MORAES & GALIAZZI, 2016, p. 112). No processo de categorização obtivemos seis categorias iniciais, as quais durante a análise foram aperfeiçoadas de acordo com nossas compreensões e sínteses. Na Tabela 1 registramos o processo de categorização, com as seis categorias iniciais, as intermediárias e a categoria final.

**Tabela 1-** Processo de categorização

<b>Categorias Iniciais</b>	<b>Categorias Intermediárias</b>	<b>Categoria Final</b>
Atividades experimentais partindo de assuntos do interesse dos estudantes.	Atividades experimentais a partir de situações da realidade oportunizam a articulação entre teoria e prática e uma abordagem interdisciplinar.	A argumentação em Ciências por meio de atividades experimentais na perspectiva interdisciplinar
Contextualizar a atividade experimental desenvolvida e articular teoria com prática.		
Atividades práticas que explorem situações do cotidiano dos estudantes.		
Explorando atividades experimentais simples de forma argumentativa.	A argumentação e a exploração do “erro” na concepção de Ciência em construção	
Ensinar a partir do “erro” obtido na realização do experimento.		
Surgimento da interdisciplinaridade em aulas diferenciadas.		

Fonte: os autores

A Tabela 1 apresenta a sistematização do processo de emergência da categoria final “A argumentação em Ciências por meio de atividades experimentais na perspectiva interdisciplinar”. A mesma foi constituída mediante os significados construídos com as categorias intermediárias. As categorias intermediárias foram construídas a partir das relações estabelecidas entre as categorias

<sup>2</sup> A escolha dos pseudônimos está relacionada com a metáfora do jasmim utilizada pelas autoras na escrita da dissertação a qual esse artigo integra. Conforme Fazenda et al (2018, p. 33) “[...] é na metáfora que o conhecimento e a prática de cada um vão sendo costurados, pensados e analisados para se transformar em novas realidades.” Sendo assim, buscamos a parceria de outras flores que nos auxiliassem a trazer mais beleza ao nosso jardim.

iniciais. Com a auto-organização estruturada encaminhamos a análise para a construção dos metatextos.

Nessa perspectiva, a Análise Textual Discursiva culmina com a produção do metatexto, que têm sua origem nos materiais empíricos que constituem o *corpus* da investigação, nas unidades de significado e nas categorias e expressam “[...] a compreensão do pesquisador sobre os significados e sentidos construídos a partir deles” (MORAES & GALIAZZI, 2016, p. 53). Nesse processo recursivo de descrever, interpretar e teorizar a partir de desconstruções e construções, comunicamos nossas novas compreensões referentes às possibilidades no ensinar, mediante atividades experimentais, na perspectiva interdisciplinar em Ciências da Natureza na Educação Básica.

### **3. A argumentação em Ciências por meio de atividades experimentais na perspectiva interdisciplinar**

#### **3.1 Atividades experimentais a partir de situações da realidade oportunizam a articulação entre teoria e prática e uma abordagem interdisciplinar**

A partir dos dados emergentes desse estudo, compreendemos que explorar atividades experimentais a partir de assuntos que sejam do interesse dos estudantes e/ou relacionadas a algum contexto, possibilita a articulação entre teoria e prática, além de uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos. Para isso, é necessário que as atividades sejam desenvolvidas dentro de um viés investigativo, propiciando um espaço de reflexão, argumentação e interpretação de conceitos e fenômenos.

De acordo com Sasseron (2015), por intermédio do ensino por investigação e da argumentação em sala de aula é possível estimular nos estudantes um gosto pelas ciências. Ao vivenciar e partilhar dificuldades próprias da prática científica, tais como a investigação e a argumentação partindo de assuntos que sejam de seus interesses, o exercício escolar permite uma aprendizagem efetiva e significativa (PRAIA et al, 2005a). Exemplificamos essa situação mediante um registro<sup>3</sup> efetuado por uma das sujeitas de pesquisa ao relembrar sua participação em uma atividade organizada por sua professora de Ciências quando cursava o Ensino Fundamental.

[...] eu tinha uma professora de Ciências muito ativa na 7ª série. Lembro que ela organizou a Feira de Ciências e o meu grupo escolheu fazer um hospital, montamos em uma sala com as classes várias partes de um hospital e para as pessoas que visitavam a nossa sala falávamos de primeiros socorros e como imobilizar em caso de fratura. Foi uma experiência muito legal, foi divertido e aprendemos muito (MEMÓRIA LIRIO.1)<sup>4</sup>.

Percebemos que essa atividade prática foi significativa para esta professora a ponto de ser lembrada em sua memória. Mesmo não se tratando especificamente de uma atividade experimental, é interessante observar que foram os estudantes que escolheram o tema que iriam abordar na Feira de Ciências da escola. De acordo com Praia et al. (2005a), os manuais escolares e muitas práticas docentes carecem de uma definição clara referente a situação problema em estudo, fazendo com que os estudantes não saibam o que estão à procurar. Assim, os autores afirmam que em um bom instrumento de aprendizagem é fundamental a presença de um problema unificador das ideias, sendo que os problemas

<sup>3</sup> As falas das professoras constam da transcrição literal do que foi registrado na escrita das memórias e explicitado nas entrevistas.

<sup>4</sup> Os códigos utilizados nos registros fazem referência primeiramente ao tipo de material analisado (registro das memórias ou transcrição das entrevistas), em seguida aos sujeitos de pesquisa, e por último, a um número atribuído de acordo com a ordem de cada unidade de sentido.



[...] devem, de preferência, ser colocados pelos alunos, ou por eles assumidos, ou seja, devem-nos sentir como seus, terem significado pessoal, pois só assim temos a razoável certeza de que correspondem a dúvidas, a interrogações, a inquietações - de acordo com o seu nível de desenvolvimento e de conhecimentos (PRAIA et al., 2005a, p. 76).

Segundo os referidos autores, o grau de complexidade do quadro teórico a mobilizar em uma observação possui uma amplitude variável, já que nossa leitura de mundo se dá a partir de nossos conhecimentos anteriores. Nesse sentido, compreendemos que ao propor uma atividade experimental é importante respeitar o interesse e a individualidade dos estudantes, algo que transparece na fala das professoras. “Às vezes tu não tem nem nome para metodologia que está usando, tu inventou uma coisa ali e foi, mas o importante é que o aluno se sinta à vontade pra estudar aquilo que ele quer” (ENTREVISTA SUCULENTA.19).

Convergindo com a explanação da professora, o psicólogo e pedagogo Jean-Ovide Decroly defende a necessidade de se trabalhar a partir de centros de interesse, através dos quais os alunos escolheriam a temática a ser desenvolvida na sala de aula de acordo com assuntos de seu próprio interesse (CAMARGO & DAROS, 2018). Segundo Decroly, uma pedagogia voltada ao interesse das crianças potencializa melhor a aprendizagem do que uma pedagogia da reprodução, pois “[...] somente o interesse biopsicológico provoca e sustenta a atenção, e dirige e regula a assimilação mental” (DUBREUCQ, 2010, p. 126).

A pedagogia voltada ao interesse dos estudantes vai ao encontro de estudos sobre formação de professores realizado por uma das sujeitas de pesquisa durante a sua graduação. Por meio desta investigação esta concluiu que “[...] a aprendizagem não poderia estar desvinculada do ambiente em que vivemos e que o trabalho voltado ao interesse e às vivências do educando possibilitaria a construção e a (re)significação de conceitos” (MEMÓRIA SUCULENTA.4). Entendemos que essa (re)significação pode ir além dos conceitos, tendo em vista o que a professora Girassol explica.

[...] temos trabalhado muito nesse sentido, de mostrar pra eles que aquilo que eles querem trabalhar pode sim se tornar um trabalho de Feira das Ciências, para apresentar na escola. Por isso deixamos mais livre o tema, porque delimitar um tema acaba deixando muito limitadas as possibilidades, então vamos trabalhar com o tema que ele quer, aquilo que gosta, com aquilo que chama a atenção, que interessa (ENTREVISTA GIRASSOL.26).

Ao participar da organização de uma Feira das Ciências na escola, a professora Girassol enfatiza que o tema a ser trabalhado era de escolha dos estudantes, no intuito de que estes apresentassem uma atividade explorando um assunto que lhes instigasse. Essa proposta gerou insegurança nos alunos pelo fato de acharem que os saberes presentes no currículo estariam desvinculados dos assuntos de seu cotidiano. Entretanto, segundo Dubreucq (2010), diferente do que se costuma acreditar, os interesses dos alunos percorrem pontos essenciais dos currículos escolares, tendo em vista que estes encontram-se imersos na mesma época e cultura de seus autores.

Além disso, ensinar a partir da proposição de um tema relacionado à realidade possibilita a percepção, tanto dos estudantes quanto dos docentes, de que os saberes das diferentes áreas se entrecruzam, conforme relatado pela professora Girassol

[...] o assunto que o aluno traz, a proposta que nos apresenta, muitas vezes é interdisciplinar, só que muitas vezes essa forma como a gente precisa conduzir e orientar e direcionar, é que vai fazer com que o aluno perceba isso e com que a gente perceba que outras disciplinas também estão envolvidas (ENTREVISTA GIRASSOL.29).

Compreendendo que os alunos possuem saberes próprios, ao contextualizar os conteúdos escolares, o professor percebe que essa integração extrapola os limites disciplinares (MATTOS & OLIVEIRA, 2021). A professora Violeta, no intuito de contextualizar os estudantes sobre uma atividade experimental em que abordava os diferentes tipos de solo, decidiu levá-los a um passeio na

Estação Ecológica do Taim<sup>5</sup>, reserva ecológica localizada entre as cidades de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar. Esta relata que

[...] associado a esse conteúdo que eu estava falando sobre os tipos de solo que nós fizemos esse passeio ao Taim. E quando chegamos na beira da praia, esse meu colega de Geografia também começou a falar alguma coisa da questão da erosão, dentro da disciplina dele (ENTREVISTA VIOLETA.4).

Nesta perspectiva, compreendemos que a interdisciplinaridade perpassa as “[...] diferentes áreas do saber com o propósito de promover influência mútua entre os conhecimentos escolares e do cotidiano [...]” (MATTOS & OLIVEIRA, 2021, p. 4), o que ocorreu a partir de uma atividade experimental desenvolvida por esta professora. Entretanto, a professora Girassol nos alerta para o fato de que

[...] a experimentação potencializa o processo de ensino e aprendizagem quando há compreensão do que está sendo desenvolvido e principalmente quando isso pode ser relacionado com o contexto do/a aluno/a, com a realidade. Isto é, que não seja somente uma atividade pontual e sim uma ferramenta de contextualização, sistematização e compreensão entre teoria e prática (MEMÓRIA GIRASSOL.4).

A separação entre teoria, práticas de laboratório e problemas é considerada natural no ensino de Ciências, tanto que em muitos cursos de graduação essas atividades são abordadas por diferentes professores (GIL-PÉREZ et al., 1999b). Entretanto, alguns autores (AZEVEDO, 2016; GIL-PÉREZ et al., 1999b) têm enfatizado que deixar como atividades separadas, aspectos absolutamente entrelaçados na atividade científica transmite uma visão deformada do que é Ciência. Com relação a isso, Carvalho (2016) salienta que

Na medida em que a Didática das Ciências pretende propor uma visão o mais próxima possível dos trabalhos científicos e sabendo que na atividade científica a “teoria”, as “práticas de laboratório” e os “problemas”, sobre um mesmo tema, aparecem absolutamente coesos, é necessário que as propostas para o ensino da “teoria”, das “práticas de laboratório” e dos “problemas” não sejam diferenciadas (CARVALHO, 2016, p. 7, grifo do autor).

Referente a isso, Gaspar (2014 p. 38) enfatiza que é importante observar que “[...] o que nós observamos ou percebemos depende do que conhecemos, de nossas crenças, de nossos valores e até de nossos interesses”. Neste sentido, a integração dessas atividades contribui para uma visão mais aproximada do trabalho científico e também para um pensamento globalizado do processo de ensino-aprendizagem de ciências (GIL-PÉREZ et al., 1999b).

De acordo com Gil-Pérez et al. (1999b), uma estratégia de ensino consistente para a efetivação da construção do conhecimento científico é a que associa a aprendizagem ao tratamento de situações problemáticas abertas, já que do ponto de vista construtivista, é essencial associar construção do conhecimento a problemas (GIL-PÉREZ et al., 1999a). Os problemas abertos tratam de “[...] situações gerais apresentadas aos grupos ou à classe, nas quais se discute desde as condições de contorno até as possíveis soluções para a situação apresentada” (AZEVEDO, 2016, p. 30). A situação problemática deve ser de interesse dos estudantes e sua abordagem inicial se dar de forma qualitativa. Mediante essa abordagem, os alunos buscam elaborar hipóteses, identificar as situações de contorno e os limites de suas hipóteses.

Sendo assim, as situações problemáticas abertas constituem-se como a base de um ensino por investigação (GIL-PÉREZ et al., 1999a), em que teoria, prática e resolução de problemas complementam-se na busca por respostas a uma situação que seja de interesse dos estudantes, assim como ocorre nos laboratórios científicos. Gil-Pérez et al. (1999b) enfatizam que ao favorecer uma

<sup>5</sup> A Estação Ecológica do Taim é uma unidade de conservação de proteção integral da natureza localizada no sul do estado do Rio Grande do Sul e fica situada entre as cidades de Rio Grande e Santa Vitória do Palmar.

discussão sobre a natureza do trabalho científico, até mesmo professores que se utilizam das práticas de laboratório como simples receitas ilustrativas, percebem a necessidade de incluir nas atividades experimentais um problema relevante, para que haja a construção de hipóteses com foco na investigação. Apresentamos a seguir um exemplo dessa constatação.

Nessa experiência que eu fiz do solo, notei que eu consegui fazer com que eles compreendessem muito melhor o conteúdo daquela prática que desenvolvi igual a do livro. Porque muitas vezes parecia que para mim era uma coisa tão óbvia, [...] e para os alunos eles não conseguiam entender, mesmo a gente tendo visto um conhecimento prévio das estruturas básicas da célula, [...] (ENTREVISTA VIOLETA.6).

A professora Violeta faz uma comparação entre duas atividades experimentais desenvolvidas com seus estudantes, sendo uma delas sugerida pelo livro didático e outra estruturada por ela. Na experiência demonstrativa em que abordava os diferentes tipos de solo, o conhecimento científico foi sendo construído junto aos estudantes mediante uma situação questionadora, da observação e do diálogo. De acordo com Praia et al (2005a, p. 100), um trabalho experimental investigativo “[...] deve ser um meio para explorar as ideias dos alunos e desenvolver a sua compreensão conceptual”. Sendo assim, por intermédio dessa atividade a professora teve a oportunidade de verificar os conhecimentos e dúvidas dos estudantes com relação ao conteúdo abordado, e através da argumentação corrigir possíveis falhas nessa compreensão. Com relação a isso, ao se referir às atividades investigativas, Azevedo (2016) argumenta que a experimentação deve ser estruturada

[...] com base nos conhecimentos que os alunos já possuem do seu contato cotidiano com o mundo, o problema proposto e a atividade de ensino criada a partir dele venham a despertar o interesse do aluno, estimular sua participação, apresentar uma questão que possa ser o ponto de partida para a construção do conhecimento, gerar discussões e levar o aluno a participar das etapas do processo de resolução do problema (AZEVEDO, 2016, p. 22).

Com isso, argumentamos que a exploração de situações problemáticas abertas mediante um projeto investigativo possibilita uma compreensão mais próxima da construção da ciência. O desenvolvimento científico está interligado a aspectos sociais e políticos e “[...] as opções feitas pelos cientistas muitas vezes refletem seus interesses” (NASCIMENTO, 2016). Portanto, ao propor uma atividade experimental no intuito de contribuir com a construção do conhecimento científico dos estudantes e preocupado em não passar uma ideia equivocada da construção da ciência, é importante que o professor esteja atento para o conhecimento que o estudante possui, além de buscar uma articulação entre teoria e prática mediante uma problematização. Dessa forma, ao explorar atividades experimentais a partir de assuntos que sejam do interesse dos estudantes e/ou relacionadas a algum contexto, a articulação entre teoria e prática ocorre naturalmente. Além disso, a abordagem de situações presentes no cotidiano envolve conceitos que extrapolam os limites disciplinares, convocando uma abordagem interdisciplinar e a interação entre docentes de diferentes áreas.

O trabalho científico não se desenvolve baseado em certezas, mas em tentativas de respostas para os problemas investigados. Essas tentativas envolvem erros e acertos, na busca por teorias que expliquem determinadas situações ou fenômenos mediante um processo recursivo de investigação. Além disso, a validação das teorias emerge da argumentação entre cientistas, em que por meio de interações discursivas procura-se uma sustentação para as hipóteses de pesquisa. Sendo assim, no metatexto “A argumentação e a exploração do “erro” na concepção de Ciência em construção” explicitamos como a construção de uma argumentação coerente e a obtenção de resultados inesperados pode contribuir com uma visão mais apropriada da Ciência.



### 3.2 A argumentação e a exploração do “erro” na concepção de Ciência em construção

Com a análise das informações realizada, compreendemos que ao propor atividades experimentais num viés investigativo, explorando a argumentação e o “erro” obtido no resultado de um experimento, é possível aproximar o fazer escolar do fazer científico, propiciando aos estudantes uma ideia de ciência em construção.

Os avanços na ciência são influenciados por questões de ordens social, cultural e histórica. Além disso, perpassam as ações do fazer científico a construção e o teste de hipóteses, a busca por evidências e justificativas, e a divulgação de ideias pautadas na tentativa de convencimento do que se propõe (SASSERON, 2015). Sendo assim, a ciência é construída mediante uma atividade racional de geração de argumentos com base em dados obtidos (CARVALHO, 2010) e o papel do professor torna-se essencial nesse processo. De acordo com Cappechi (2016), a aprendizagem de Ciências pode ser considerada como uma espécie de enculturação científica, por meio da qual

[...] os estudantes entram em contato com uma forma especial de observar, analisar e representar os fenômenos da natureza, a cultura científica, de maneira que possam compreender as vantagens e as limitações dessa área do conhecimento (CAPPECHI, 2016, p. 59).

Tendo em vista que uma das funções da escola é introduzir a linguagem científica para os estudantes de forma a “[...] dar novo sentido às coisas que acontecem ao seu redor [...]” (CARVALHO, 2016, p. 9), a forma de ensinar deve levar os estudantes a participar do processo de construção de seu conteúdo conceitual. Sendo assim, a escola necessita oportunizar que os estudantes exercitem a razão e aprendam a argumentar, ao invés de “[...] fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências” (*ibidem*, p. 3).

Nessa perspectiva, de acordo com Cappechi (2016), o professor assume o papel de mediador entre a cultura científica (a qual ele representa) e a cultura do cotidiano (representada pelos estudantes). Entretanto, para que ocorra a mudança da linguagem cotidiana para a linguagem científica, é preciso que os estudantes tenham espaço para exporem suas ideias sobre os fenômenos estudados (CARVALHO, 2016). Ao falar, além dos estudantes tomarem consciência de suas próprias ideias, estes tem a oportunidade de ensaiar o uso de um novo gênero discursivo que carrega características da cultura científica.

A crítica, a argumentação e o consenso dos pares constituem elementos de racionalidade científica que importa desenvolver conjuntamente - alunos e professores - partilhando e vivendo dificuldades inerentes à própria prática científica. Dessa maneira, tal exercício escolar permite uma aprendizagem efetiva, significativa e com sentido de cidadania (PRAIA et al., 2005a, p. 101).

Dessa forma, a argumentação não é um processo solitário, exige interação entre sujeitos ao exporem seus pontos de vista. Ao vivenciarem em diferentes contextos, os indivíduos criam justificativas mediante suas formas de compreender os fenômenos e situações analisadas (FAZIO et al., 2020). Além disso, de acordo com Carvalho (2010), na linguagem das ciências a argumentação com justificativa é utilizada para transformar fatos em evidências. No que compete às atividades experimentais, a referida autora salienta que:

Uma consequência importante para o ensino, principalmente das aulas de laboratório, é o entendimento de que as observações e o experimento não são a rocha sobre a qual a Ciência está construída; essa rocha é a atividade racional de geração de argumentos com base em dados obtidos (CARVALHO, 2010, p. 59).

Nesse sentido, o papel do professor torna-se essencial, pois este “[...] precisa *saber fazer* com que seus alunos aprendam a argumentar [...]” (CARVALHO, 2016, p.9, grifo do autor), ou seja, precisa saber criar um ambiente favorável para que os alunos reconheçam as afirmações contraditórias, as evidências que embasam as afirmações e desenvolvam a capacidade de julgar os méritos de uma afirmação. Com relação a isso, uma das sujeitas de pesquisa relembra uma experiência que teve com as atividades experimentais, quando ainda era estudante. A mesma explicita que

[...] quando eu tive contato com essa atividade experimental mais argumentativa, onde a professora ia questionando e eu me apaixonei de verdade por Ciências eu disse “Bah, é isso que eu quero.”, e eu acho que o jeito que essa professora trabalha com atividade experimental é o jeito que um dia eu quero trabalhar, fazendo com que o aluno pense (ENTREVISTA GIRASSOL.13).

Referente a isso, Sasseron (2015) enfatiza que por intermédio do ensino por investigação e da argumentação em sala de aula é possível nutrir um gosto pelas ciências entre os estudantes “[...] ao compreenderem que as ciências são construções humanas, pautadas em crises, desafios, inquietações, podendo trazer inovações e mudanças para nossas vidas” (SASSERON, 2015, p. 64). Dessa forma, quando o professor assume uma postura mais questionadora, instigando os estudantes a refletir sobre os conteúdos escolares, acaba por transmitir uma visão mais realista e interessante da construção da ciência aos estudantes. A mesma atitude instigadora constatamos na fala da professora Violeta.

A outra memória é com relação à experimentação realizada com os estudantes do sexto ano, sobre as diferenças entre os solos argilosos, arenosos e húmiferos. Nesta ocasião, foi preparado o material utilizando garrafa pet, os diferentes solos e algodão. Foi utilizado o espaço da sala de aula mesmo, e através desta experimentação foram realizados alguns questionamentos onde os estudantes tiveram a oportunidade através da observação deste experimento, de responder a estes questionamentos. (ENTREVISTA VIOLETA.1).

De acordo com Cappechi (2016, p. 61), no contexto das aulas de Ciências, é importante que a argumentação esteja baseada “[...] na apresentação de evidências, já que estas são tipicamente valiosas para a comunidade científica”, conforme a atividade desenvolvida por essa docente. Cappechi (2016) explicita que geralmente a ciência escolar apresenta argumentos baseados em autoridade mais do que em justificativas, ignorando aspectos da argumentação científica, o que parece não ocorrer na atividade desenvolvida por essa professora.

A prevalência de argumentos baseados em autoridade é predominante nos laboratórios tradicionais, em que o aluno deve seguir uma série de passos a fim de chegar a um objetivo predeterminado, sem nenhum poder de decisão (AZEVEDO, 2016). Nesse tipo de laboratório as experiências são desenvolvidas para constatar o que era previsível que ocorresse. De acordo com Praia et al. (2005a, p. 100), em uma “[...] perspectiva inadequada da experiência científica realizada na sala de aula, não se analisa e reflete nos resultados [...]”, esta é realizada apenas no intuito de gerar um resultado já conhecido e esperado. Dessa forma, a ciência surge ligada a uma visão heróica do cientista, ignorando os contextos sociais, tecnológicos e culturais da produção e da construção do conhecimento científico. Entretanto, conforme os autores, para não correr-se o risco de que a experiência científica escolar seja feita sem se saber o porquê e para quê foi realizada, os professores precisam não apenas conhecer esses aspectos como também não deixa-los à margem de suas aulas. A preocupação com a forma de conduzir as atividades experimentais, tendo em vista os objetivos que se almeja alcançar transparece na fala de uma das professoras.

A forma como a gente vai orientando o aluno a realizar aquela atividade prática, isso é que vai produzindo significado, lá na construção do conhecimento científico. [...] Eu posso entregar um roteiro para o aluno, indicando o passo a passo e dizendo o que cada uma daquelas estruturas, cada um daqueles materiais representa, o que ele está fazendo, ou eu posso, de uma forma mais argumentativa, que o aluno consiga compreender o fenômeno, o conceito, o que está acontecendo. E através de questionamentos ir fazendo isso, ao invés de explicar o que aquilo representa. [...] E aí eu quero isso ou eu quero que eles tentem assimilar, conseguir compreender, conseguir fazer essa articulação? (ENTREVISTA GIRASSOL.2)

De acordo com essa professora, o significado atribuído pelo aluno à atividade experimental, o quanto que essa atividade vai produzir conhecimento científico, depende da forma com que o professor conduz sua aula. Observamos nesse registro a existência de duas formas de conduzir as atividades experimentais, uma voltada à comprovação da teoria na prática e outra investigativa, que propicia um espaço de reflexão, argumentação e interpretação de conceitos e fenômenos. Referente a isso, estudos realizados por Sasseron e Carvalho (2011) indicam que o raciocínio científico exige a construção de argumentos no intuito de defender a escolha tomada, e a argumentação seria “[...] uma estratégia de raciocínio em que dados, evidências e crenças e saberes anteriores, assim como na construção do conhecimento científico, são as bases que conduzem à aprendizagem” (SASSERON & CARVALHO, 2011, p.99). Portanto, as autoras consideram importante desenvolver atividades que envolvam a argumentação em sala de aula. Fazio (2020, p. 7) percebe que “[...] o aprender está muito pautado em criar argumentos”. Contudo, não atribui ao argumento uma validação ou um ponto final na construção dos significados. A autora acredita que “[...] os diferentes contextos e as diferentes experiências possam mudar um argumento, levando-o ao caráter de hipótese”, conforme ocorreu em uma atividade desenvolvida pela professora Girassol, a qual afirma que:

Talvez a gente não tenha as respostas, mas trabalhar nisso também “ó, não tenho a resposta, mas vamos pensar a hipótese, o que tu acha, por que não deu certo? O que tu acha que pode ter acontecido aqui?” [...] Eu fiz poucas atividades práticas, mas quando eu fiz atividades experimentais na sala de aula, eu busquei não direcionar pras respostas, mas fazer com que eles pensassem. (ENTREVISTA GIRASSOL.17)

De acordo com a explanação da professora Girassol, ao conduzir uma atividade experimental podem surgir situações inesperadas, mediante as quais o professor pode se valer para construir junto aos alunos a concepção de que a Ciência não é pautada em verdades absolutas e estanques, que está em constante construção. Assim, é preciso saber explorar situações que fogem ao nosso controle, tendo em vista que estas se fazem presentes nos laboratórios científicos. Assim, uma das situações apresentadas pelas professoras foi a importância da exploração do “erro” que surge ao desenvolver uma atividade experimental. De acordo com a professora Girassol

[...] se a ciência é provisória, se a ciência tem esses momentos que a gente vê e se questiona, uma hora isso é válido e daqui a pouco a gente já tá fazendo outros estudos e vendo que isso já não produz o efeito que a gente queria, [...] então a gente tem que trabalhar também com esse erro, com esse resultado que não era o esperado [...] (ENTREVISTA GIRASSOL.16)

Ao analisarmos ao longo da história, percebemos que a construção do conhecimento científico não é um processo linear, está em constante construção, passando por crises, rupturas e profundas remodelações (MOREIRA & OSTERMANN, 1993). Os conhecimentos científicos considerados válidos hoje poderão ser ultrapassados amanhã. Sendo assim, é “[...] um erro ensinar ciências como se os produtos dela resultassem de uma metodologia rígida, fossem indubitavelmente verdadeiros e consequentemente definitivos” (NASCIMENTO, 2016, p. 39). Entretanto, muitas vezes os professores “[...] sentem-se inseguros quando as atividades que propõem não funcionam como esperavam, passando a evitá-las no futuro porque *não dão certo*” (BORGES, 2002, grifo do autor). Dessa forma, não se investiga as causas do erro, perdendo-se uma situação valiosa de aprendizagem.

De acordo com Carvalho (2013, p. 3), quando o erro é trabalhado e superado “[...] pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor”. Oliveira (2010), ressalta que nas aulas experimentais deve-se tomar cuidado para não supervalorizar somente os resultados “certos”, tendo em vista que o “erro” possibilita que o professor compreenda o pensamento do aluno e corrija alguns conceitos inadequados ao solicitar-lhe explicações sobre os procedimentos adotados e sua forma de entendê-los. Para isso, de acordo com uma das professoras: “[...] não pode é ter medo, medo do erro. Se errar: ‘Olha, pessoal, não era bem isso que a gente queria, vamos tentar de novo? Vamos fazer por outro caminho?’ [...] não pode ter medo de dizer, não deu” (ENTREVISTA SUCULENTA.10).

O erro em um experimento planta o inesperado, além de romper com a sequência linear “[...] fenômeno corretamente observado/medido - interpretação inequívoca” (GIORDAN, 1999, p. 46), responsável por inibir o pensamento reflexivo e incentivar explicações imediatas. Com relação a isso, de acordo com a professora Girassol, “[...] a gente trabalha muito com o resultado que queremos, o resultado esperado, deu isso, pronto. Mas e o erro? E aqueles resultados que não foram, que fugiram ao esperado. [...] Eu acho que a gente tem que discutir isso muito [...]” (ENTREVISTA GIRASSOL.14). De acordo com a professora Girassol, o resultado esperado está atrelado a um valor (ou uma resposta) necessário para a comprovação de uma teoria. Entretanto, a mesma enfatiza que é preciso dialogar sobre os resultados considerados errados perante a teoria que embasa os experimentos.

Ao abordar uma atividade investigativa utilizando-se de um aparato experimental, Carvalho (2013) enfatiza que na etapa de resolução de problemas o mais importante são as ações manipulativas capazes de levar os alunos a levantar e testar suas próprias hipóteses, ou seja, pôr suas ideias em prática. Assim, a construção do conhecimento ocorre a partir das hipóteses levantadas pelos alunos que deram certo. Entretanto, os resultados inesperados ou

[...] as hipóteses que quando testadas não deram certo também são muito importantes nessa construção, pois é a partir do erro - o que não deu certo - que os alunos tem confiança no que é certo, eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema (CARVALHO, 2013, p. 11-12).

Assim, ao supervalorizar apenas os resultados “certos”, os alunos podem se sentir pressionados para que sua experiência forneça o resultado previsto pela teoria (OLIVEIRA, 2010), e quando isso não acontece ficam desconcertados com seu erro. Entretanto, conforme Giordan (1999, p. 46), uma experimentação aberta a “[...] possibilidades de erro e acerto, mantém o aluno comprometido com sua aprendizagem [...]”, pois este se torna parte integrante do processo de resolução de problemas. Observamos um exemplo dessa problemática no registro da memória de uma das professoras.

[...] gostava muito das práticas realizadas na disciplina de Ciências. No entanto, algo me marcou muito na 5ª série (na época) quando fomos instigados pela professora a desenvolver uma experiência de plantação de alpiste. Tínhamos que fazer a plantação do alpiste em dois potes separados. Um que seria regado com vinagre e o outro somente com água. Durante um tempo deveríamos observar a diferença no crescimento da planta. No dia marcado para discussão da atividade, levei minhas plantações e foi um dia muito frustrante, pois nas minhas plantações não havia muita diferença entre um pote e outro. A professora simplesmente disse que eu deveria ter feito algo de errado ao longo do processo, pois a que reguei com vinagre não deveria crescer tanto. E sem explicar o motivo, encerrou a aula apenas registrando quem havia feito a atividade. Isso me marcou muito. ( MEMÓRIA GIRASSOL.1)

A frustração dessa professora evidencia uma perspectiva inadequada da experiência científica, em que essa toma o sentido do fazer, sem saber o porquê e para quê (PRAIA et al., 2005a). Carvalho (2013) afirma que o erro nessa etapa é importante para que ocorra a separação das variáveis que interferem das que não interferem na resolução do problema. Conforme a autora, os alunos precisam errar para propor suas ideias, testá-las e verificá-las. Assim, a professora Girassol é enfática ao dizer que

[...] não é um erro, é um outro resultado. Não é o esperado, não é aquilo que o professor esperava, mas é um outro resultado. Por que esse outro resultado apareceu? Acho que trabalhar com isso é produzir conhecimento, a gente está fazendo com que o aluno compreenda que essa ciência é mutável e provisória, não é algo pronto e acabado (ENTREVISTA GIRASSOL.18).

A exploração de um experimento de forma investigativa possibilita ao professor não apenas abordar os conteúdos presentes no currículo, mas ir além, mostrando que a construção da Ciência (assim como o resultado de um experimento) sofre inúmeras influências, já que esta não ocorre

isolada de seus contextos sociais, políticos e tecnológicos. Para Sasseron (2015), ensinar ciências significa oportunizar aos estudantes o contato com os conhecimentos que contribuem com a construção dos entendimentos sobre o mundo, os fenômenos naturais e seus impactos em nossas vidas. Portanto, segundo a referida autora, aprender sobre ciências implica em perceber que o mundo está em constante modificação, exigindo uma busca constante de construção de entendimentos referentes aos fenômenos e suas influências em nosso cotidiano.

Com essas colocações, discorremos que a forma de conduzir uma atividade experimental reflete na construção do conhecimento científico e na visão de Ciência dos estudantes. As compreensões das professoras ao refletirem sobre suas práticas em sala de aula evidenciam que a argumentação e a exploração do “erro” devem se fazer presentes em uma atividade experimental mediante um viés investigativo. Para isso, é importante que os estudantes investiguem situações presentes em sua realidade, propiciando assim um entendimento de Ciência em constante construção, influenciada por questões sociais, tecnológicas e históricas.

#### **4. Considerações finais**

Ao longo dessa investigação buscamos compreender como emergem as possibilidades no ensinar, mediante atividades experimentais, na perspectiva interdisciplinar em Ciências da Natureza, a partir de experiências vivenciadas por professoras que atuam na Educação Básica. Significamos que, enquanto professores, precisamos estar atentos à forma de conduzir as atividades experimentais, tendo em vista que esta reflete na construção do conhecimento científico e na compreensão de Ciência dos estudantes.

Nesta perspectiva, atividades experimentais de verificação, características de laboratórios tradicionais, transmitem uma ideia de Ciência fechada, pautada em verdades absolutas e estanques. Em contrapartida, atividades experimentais desenvolvidas em um viés investigativo, ao possibilitar que o conhecimento seja construído junto aos estudantes, evidencia que a Ciência está em constante construção. Sendo assim, um ensino relacionado à realidade e partindo de assuntos que sejam de seu interesse contribui para envolver os estudantes no processo de construção do conhecimento científico. Para isso, uma possibilidade seria associar a aprendizagem ao tratamento de situações problemáticas abertas mediante as quais teoria, prática e resolução de problemas complementam-se em uma atividade experimental investigativa.

Ao explorar assuntos que sejam do interesse dos estudantes, e atentos a um ensino em que se preze pela ideia de Ciência em construção, é importante que as atividades experimentais sejam estruturadas de forma a oportunizar espaços para os estudantes exporem suas ideias através da argumentação, bem como para explorar os resultados considerados “errados” pela teoria que embasa os fenômenos estudados. Além disso, ensinar a partir da proposição de um tema relacionado à realidade convoca uma abordagem interdisciplinar e a interação entre docentes de diferentes áreas, tendo em vista que as situações presentes no cotidiano envolvem conceitos que extrapolam os limites disciplinares.

Nesta discussão desenvolvida, construímos o argumento central do estudo, que nos mostra que as possibilidades no ensinar, mediante atividades experimentais na perspectiva interdisciplinar, emergem de atividades investigativas a partir de situações que sejam de interesse dos estudantes e/ou relacionadas a algum contexto. Para isso as atividades experimentais investigativas devem ser



permeadas pela argumentação e exploração do “erro” obtido na realização de um experimento, possibilitando assim a articulação entre teoria e prática, além de uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos. Dessa forma é possível construir junto aos estudantes um entendimento de Ciência em construção, influenciada por questões culturais, sociais, tecnológicas, históricas e políticas.

## Referências

Azevedo, M. C. P. S. de. (2016). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.); AZEVEDO, M. C. P. S. de., NASCIMENTO, V. B. do; CAPPECHI, M. C. de M.; VANUCCHI, A. I.; CASTRO, R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M.; & ARAÚJO, R. S., *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. (pp. 19-33). São Paulo: Cengage Learning.

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, 291-313.

Camargo, F.; & Daros, T. (2018) *A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo*. Porto Alegre: Penso.

Cappechi, M. C. de M. (2016). Argumentação numa aula de Física In: CARVALHO, A. M. P. de (org.); AZEVEDO, M. C. P. S. de., NASCIMENTO, V. B. do; CAPPECHI, M. C. de M.; VANUCCHI, A. I.; CASTRO, R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M.; & ARAÚJO, R. S., *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. (pp. 59-76). São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A. M. P. de. (2010). As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. de; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. dos S.; & PIETROCOLA, M. *Ensino de Física* (pp. 53-78). São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A. M. P. de. (2016). Critérios estruturantes para o ensino das Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.); AZEVEDO, M. C. P. S. de., NASCIMENTO, V. B. do; CAPPECHI, M. C. de M.; VANUCCHI, A. I.; CASTRO, R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M.; & ARAÚJO, R. S., *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. (pp. 1-17). São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A. M. P. de. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.); OLIVEIRA, C. M. A. de; SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA, M. B. e; CAPPECHI, M. C. V. de M.. ABIB, M. L. V. dos S.; & BRICCIA, V. *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp. 01-20). São Paulo: Cengage Learning.

Dubreucq, F. (2010). *Jean-Ovide Decroly*. Recife: Editora Massangana. Tradução: COELHO, C. A. V.; MAFRA, J. F.; FREIRE, L. C., & MAFRA, D. H. Org.: MAFRA, J. F.

Faria, F. P.; & Carneiro, M. C. (2020). O papel da experimentação na história do ensino de Física no Brasil. *Debates em Educação*, Maceió, v. 12, n. 26. Universidade Federal de Alagoas. Acesso em 01 out., 2022. <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n26p36-51>.

Fazenda, I. C. A., Tavares, D. E.; & Godoy, H. P. (2018). *Interdisciplinaridade na pesquisa científica*. São Paulo: Papirus.

Fazio, A. A.; Heckler, V.; & Galiazzi, M. do C. (2020). Argumentação na Educação a Distância: papel do professor-tutor no curso de licenciatura em ciências a distância. In: XVI Encontro sobre Investigação na Escola: em defesa da escola, da ciência e da democracia, Santo António da Patrulha: 2020, p. 1-8.

- Gaspar, A. (2014). *Atividades experimentais no ensino de Física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski*. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Gil-Pérez, D.; Carrascosa, A., J.; Dumas-Carré, A.; Furió M. C.; Gallego, R.; Gené Duch, A.; González, E.; Guisasola, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Carvalho, A. M. P. de ; Salinas, J.; Tricárico, H.; & Valdés, P. (1999a) Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las ciencias*, v.17, n.3, 503-512.
- Gil-Pérez, D.; Furió M. C.; Valdés, P.; Salinas, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Guisasola, J.; González,E.; Dumas-Carré, A.; Goffard, M.; & Carvalho, A. M. P. de. (1999b) Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de Las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 213-314.
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, n. 10, 43-49.
- Malheiro, J. M. da S. (2016). Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *Actio: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 1, n. 1, 108-127.
- Mattos, S. M. N. de; & Oliveira, K. F. de. (2021) Práticas docentes inovadoras e insurgentes: interdisciplinaridade e contextualização como possíveis caminhos. *Ensino em Re-Vista*, Uberlândia, v. 28, p. 1-20. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlandia. Acesso em 01 out., 2022. <http://dx.doi.org/10.14393/er-v28a2021-16>.
- Moraes, R.; & Galiazzi, M. do C. (2016). *Análise Textual Discursiva*. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí.
- Moreira, M. A.; & Ostermann, F. (1993). SOBRE O ENSINO DO MÉTODO CIENTÍFICO. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, 106-117.
- Nascimento, V. B. do. (2016). A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.); AZEVEDO, M. C. P. S. de., NASCIMENTO, V. B. do; CAPPECHI, M. C. de M.; VANUCCHI, A. I.; CASTRO, R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M.; & ARAÚJO, R. S., *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. (pp. 35-57). São Paulo: Cengage Learning.
- Oliveira, J. R. S. de. (2010). Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, 139-156.
- Praia, J.; Cachapuz, A.; & Gil-Pérez, D. (2005a). A hipótese e a experiência científica em educação em ciências: contributos para uma reorientação epistemológica. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; & VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino das Ciências* (pp. 71-92). São Paulo: Cortez Editora.
- Praia, J.; Cachapuz, A.; & Gil-Pérez, D. (2005b). Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; & VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino das Ciências* (pp. 93-105). São Paulo: Cortez Editora.
- Sasseron, L. H. (2015). ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67. Acesso em 01 out., 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

Sasseron, L. H.; & Carvalho, A. M. P. de. (2011). CONSTRUINDO ARGUMENTAÇÃO NA SALA DE AULA: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência & Educação*, São Paulo, v. 17, n. 1, 97-114.