

## INTERFACES ENTRE O MÉTODO DE ESTUDO DE CASOS E A ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA

*Interfaces between the case study method and the investigative experimental approach*

**Lucas César da Silva** [lucasesardasilva1@gmail.com.br]

**Jane Raquel Silva de Oliveira** [janeraquel@unifei.edu.br]

*Universidade Federal de Itajubá*

*Avenida BPS, 1303, Pinheirinho,*

*Itajubá-MG*

*Recebido em: 22/04/2020*

*Aceito em: 20/10/2020*

### Resumo

Um dos propósitos do ensino de ciências é promover a alfabetização científica (AC) dos alunos, isto é, fazer com que os estudantes sejam capazes buscar, analisar e articular informações da ciência e tecnologia para tomada de decisões frente a problemas presentes em seu contexto social. Defende-se que tal propósito possa ser viabilizado por meio de atividades didáticas de natureza investigativa. O objetivo desta pesquisa foi analisar a contribuição de uma atividade didática pautada no uso do método de estudo de casos e da abordagem experimental investigativa para promover a AC dos estudantes. A atividade foi aplicada em uma aula de Ciências de uma turma do nono ano do Ensino Fundamental. As discussões dos estudantes durante a atividade foram gravadas em áudio e analisadas à luz dos Indicadores de Alfabetização Científica. Os resultados revelaram que a atividade investigativa contribuiu para o desenvolvimento de habilidades como busca de informações, levantamento de hipóteses sobre um problema, análise de dados, organização do trabalho em grupo, solução de problemas etc. Dessa forma, acredita-se que a articulação entre dois métodos de natureza investigativa – o estudo de caso e abordagem experimental investigativa – potencializa a capacidade dos estudantes em se apropriarem de conceitos químicos e saberem articulá-los em situações problema presentes no seu cotidiano.

**Palavras-chave:** Estudo de casos; Atividades experimentais investigativas; Alfabetização científica; Ensino de química.

### Abstract

One of the purposes of science education is to promote students' scientific literacy (SL), that is, to make students able to seek, analyze and articulate information from science and technology to make decisions in the face of problems present in their social context. It is argued that this purpose can be made viable through investigative didactic activities. The objective of this research was to analyze the contribution of a didactic activity based on the use of the case study method and the investigative experimental approach to promote students' SL. The activity was applied in a science class in the ninth grade of elementary school. The students' discussions during the activity were recorded on audio and analyzed using the Scientific Literacy Indicators. The results revealed that the investigative activity contributed to the development of skills such as searching for information, raising hypotheses about a problem, analyzing data, organizing group work, solving problems, etc. Thus, it is pointed out that the articulation between two methods of an investigative nature - the case study and investigative experimental approach - expands the students' ability to appropriate chemical concepts and know how to articulate them in

problem situations present in their daily lives.

**Keywords:** Case study; Investigative experimental activities; Scientific literacy; Chemistry teaching.

## Introdução

O ensino de ciências realizado nas escolas, em muitos casos, ainda está centrado na transmissão de conhecimentos científicos prontos, raramente possibilitando que os estudantes conheçam os processos de produção da ciência, seus métodos de investigação e suas implicações sociais. Esse ensino descontextualizado tem sido criticado há algum tempo por pesquisadores da área de em educação em ciências, os quais têm apontado para a necessidade de organizar o ensino de ciências no sentido de promover a alfabetização científica (AC) dos estudantes. Segundo Sasseron e Carvalho (2011, p.102), a AC deve ser entendida “como elemento norteador na elaboração dos currículos para dar conta de promover um ensino capaz de levar os alunos a investigarem temas das ciências e a discutirem suas inter-relações com a sociedade e o ambiente”.

Nessa perspectiva, algumas estratégias didáticas são reportadas na literatura como potencialmente úteis ao desenvolvimento de tais habilidades. Uma delas, já bastante debatida na área, são as atividades experimentais. Tais práticas, quando usadas como ferramentas mediadoras no processo de ensino e de aprendizagem, podem contribuir para desenvolver habilidades como: trabalho em grupo, tomada de decisões, criatividade, capacidade de observação e registro de informações, análise de dados, proposição de hipóteses para o problema etc. (Oliveira, 2010a). Por outro lado, Guimarães (2009) critica a forma como a experimentação costuma ser aplicada, geralmente feita como “receita de bolo”, na qual o aluno segue um roteiro para obter os resultados que o professor deseja, e considerando-se que a simples observação seja suficiente para apropriação do conhecimento científico.

Na contramão desse modelo, a abordagem experimental investigativa é apontada como uma forma de melhor aproveitar as potencialidades de tal estratégia no ensino de ciências. Segundo Azevedo (2004, p.21), no contexto das atividades experimentais, “o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica”.

Outras metodologias de ensino, também de caráter investigativo, envolvendo a resolução de problemas têm sido propostas para o ensino de química, como, por exemplo, o método de ensino estudo de casos, o qual “consiste na utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões” (Sá & Queiroz, 2010, p. 12). O uso do método de estudo de casos no contexto escolar pode favorecer o desenvolvimento de habilidades como busca de informações, tomada de decisões e maior criticidade na resolução de problemas (Alba, Salgado & Pino, 2013).

Percebe-se, portanto, que tanto as atividades experimentais investigativas quanto o método de estudo de caso visam o engajamento do aluno em uma tarefa investigativa, na qual ele possa buscar informações, discutir conceitos científicos e formular meios para solucionar um problema proposto. Tais aspectos alinham-se à perspectiva de um ensino que favoreça a AC, isto é, que possa desenvolver nos estudantes o entendimento geral dos fenômenos naturais básicos e a capacidade de usar tais conhecimentos para interpretar as informações relacionadas à ciência e à tecnologia apresentadas nos meios de comunicação e no seu contexto social, habilitando-os a compreender, a discutir e a tomar posição frente a estes assuntos (Lorenzetti & Delizoicov, 2001).

Nesta perspectiva, elaboramos e aplicamos em sala de aula uma atividade articulando tais métodos de ensino. Esta pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições de uma atividade didática pautada no uso do método de estudo de casos e da abordagem experimental investigativa

para promover a AC dos estudantes. A seguir, apresentamos alguns conceitos que fundamentaram a elaboração da atividade e a avaliação dos dados obtidos na pesquisa.

## Referenciais teóricos

### *Abordagem experimental investigativa*

Muitas das abordagens tradicionais de experimentação, como demonstração e verificação, oferecem poucas oportunidades para que os estudantes possam analisar situações problemáticas, coletar dados, elaborar e testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares (Suart & Marcondes, 2008). Tais situações ocorrem quando essas atividades experimentais são meramente expositivas, sendo executadas e prontamente explicadas pelo professor, sem um envolvimento analítico e interpretativo por parte dos alunos. Segundo Oliveira (2010a), embora as atividades demonstrativas sejam fechadas ao aluno no que se refere à execução do experimento, é possível que o professor, ao adotá-las, propicie oportunidades para que os alunos possam refletir sobre os fenômenos observados, formulem hipóteses, analisem variáveis que interferem no experimento e discutam os modelos teóricos que explicam os respectivos fenômenos. Gaspar e Monteiro (2005) destacam ainda o papel da interação social – tanto entre os alunos e professor (o outro mais experiente) quanto entre os próprios alunos – desencadeadas pela demonstração experimental.

Segundo Suart e Marcondes (2008, p.2),

se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental, a qual privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico.

Dessa forma, os experimentos do tipo investigativo representam uma estratégia que colocam os alunos em uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e o professor como mediador ou facilitador desse processo. Atividades dessa natureza buscam proporcionar uma maior participação dos alunos em todas as etapas da investigação, desde a interpretação do problema a uma possível solução para ele.

Segundo Gil Perez et al (2005), na atividade investigativa, o aluno deve identificar algo interessante a ser resolvido, mas não deve dispor de todos os procedimentos automáticos para sua resolução. Dessa forma, as atividades de investigação frequentemente não fazem uso de roteiros fechados que forneçam poucas possibilidades de intervenção e/ou modificação por parte dos alunos ao longo as etapas do procedimento experimental.

Vale ressaltar, no entanto, que a ausência do roteiro não garante que a atividade investigativa ocorra prontamente. Segundo Borges (2002), a realização de uma investigação por meio uma atividade experimental sem procedimentos pré-definidos pode ser inicialmente muito difícil para os estudantes, sobretudo para aqueles que raramente fazem uso do laboratório. Para o autor, o problema investigativo proposto aos alunos pode ser expresso em diferentes níveis, desde um problema completamente fechado até um problema aberto. No decorrer desse processo, “o professor atua como um mediador entre o grupo e a tarefa” e “seu objetivo deve ser deixar que o grupo, progressivamente, assuma maior controle sobre sua atividade” (Borges, 2002, p.307).

Outro ponto a se destacar é o fato de que atividades investigativas podem requerer um tempo maior para sua realização, que um experimento demonstrativo, por exemplo, uma vez que envolvem uma série de etapas a serem desenvolvidas pelos estudantes, desde a análise do problema, levantamento de hipóteses, preparo e execução dos procedimentos, análise e discussão dos resultados (Oliveira, 2010a).

Também é importante compreender que o papel do professor neste tipo de atividade

experimental é bem distinto em relação a abordagens experimentais mais tradicionais. Sua função é de um mediador capaz de auxiliar os alunos na busca das explicações causais, negociar estratégias para busca das soluções para o problema, questionar as ideias dos alunos e incentivar a criatividade, intervindo nos momentos em que há indecisão, falta de clareza ou consenso (Borges, 2002).

Ao se utilizar a experimentação para resolução de problemas, ou seja, tomando-se uma abordagem investigativa, é desejável que se criem desafios relacionados com a realidade cotidiana do aluno, a fim de motivar os estudantes a transpor o problema proposto para uma situação de aprendizagem (Guimarães, 2009). Neste estudo, fez-se a articulação das práticas experimentais investigativas com uma estratégia de ensino que envolve a resolução de problema – o método de estudo de caso.

### *Estudo de Casos*

O método de estudo de casos baseia-se na elaboração e aplicação de uma narrativa que apresente em seu contexto uma questão problema. Tal questão deve ser resolvida pelo aluno de modo individual ou em conjunto (Sá & Queiroz, 2010). Segundo Serra e Vieira (2006), os casos representam relatos de situações que se remetem ao ‘mundo real’, os quais são apresentados aos estudantes com a finalidade de ensiná-los e prepará-los para a prática.

Silva, Oliveira e Queiroz (2011) ressaltam que o estudo de casos pode envolver o estudante com problemas reais, possibilitando que ele desenvolva habilidades para o exercício de cidadania e a tomada de decisões. Ao aplicarem um estudo de caso pautado em notícias sobre mortandade de peixes ocorrida em uma localidade próxima dos alunos, os autores observaram que os estudantes se engajaram fortemente na busca de informações sobre o assunto, identificaram e analisaram possíveis causas do problema, tomaram decisões em grupos e indicaram formas de intervenção preventivas e/ou corretivas diante do caso. Desenvolveram, portanto, competências necessárias à prática cidadã, ou seja, tomada de consciência e/ou de decisão frente a problemas reais.

Para que os estudantes resolvam a questão apresentada em um caso, Sá e Queiroz (2010) propuseram as seguintes etapas: a) identificar e definir o problema; b) acessar, avaliar e usar informações necessárias à solução do problema; c) apresentar a solução do problema. Para isso, o caso desenvolvido deve possibilitar que o estudante se identifique com o contexto e personagens, sentindo-se assim motivado a solucioná-lo. Além disso, o professor deve oferecer subsídios, sejam estes materiais ou conceituais, para mediação durante a realização da atividade.

Herreid (1998) cita alguns aspectos que devem ser considerados na elaboração de um bom caso: narrar uma história, incluir diálogos, ser curto, ser atual, despertar o interesse do leitor pela questão, produzir empatia com os personagens, ser relevante para o leitor, provocar conflitos, forçar a tomada de uma decisão, ter utilidade pedagógica, e possibilitar algumas generalizações.

Os casos podem ser ainda classificados em três tipos: os casos estruturados, que se caracterizam por apresentar de forma bem definida no contexto da narrativa o problema a ser solucionado, podendo conter diferentes alternativas para sua resolução; casos mal-estruturados, que não definem de forma objetiva o problema principal, deixando a cargo do estudante esta tarefa, além da análise e escolha das possíveis alternativas de solução; casos de múltiplos-problemas, que têm como característica apresentar mais de um problema, onde o estudante percebe a necessidade de solucionar outros problemas inerentes ao principal apresentado no contexto do caso (Sá, 2010).

Percebe-se, portanto, que por meio do estudo de caso é possível promover o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas numa perspectiva investigativa, a capacidade de articular os conceitos científicos com situações do cotidiano, bem como fomentar o exercício da cidadania – competências coerentes com a visão de uma educação em ciências que promova a AC.

## *A Alfabetização Científica*

A AC é entendida e conceituada de formas distintas por vários autores. Chassot (2014, p.62) parte da perspectiva de a AC vai além da apropriação da linguagem da ciência: envolve um “conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”, com vistas à sua transformação. Nesse sentido, Chassot (2003) destaca que, para se favorecer a AC, o ensino de ciências, em qualquer nível, deve possibilitar aos alunos a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que os permitam tomar decisões e, assim, perceber tanto utilidades da ciência e suas aplicações, quanto as suas limitações e consequências negativas. Ou seja, um ensino de ciências que favoreça uma leitura do mundo para se promover uma intervenção social transformadora.

Para Freire (1980), mais do que o letramento, alfabetizar é se apropriar da palavra. A alfabetização é mais que um domínio lógico e mecânico. É um domínio de técnicas em termos conscientes que possa resultar em uma auto formação, em uma postura interferente do homem sobre seu contexto. É importante que o aprendiz adquira um vocabulário básico, mas não é suficiente. Ele deve ter a oportunidade de discutir, refletir e compreender que os conhecimentos científicos estão intrínsecos em temas sociais, políticos, ambientais, ecológicos e ideológicos.

Na visão de Sasseron e Carvalho (2008, p.337), “para o início do processo de Alfabetização Científica é importante que os alunos travem contato e conhecimento de habilidades legitimamente associadas ao trabalho do cientista”, ou seja, que se promovam atividades nas quais os alunos são inseridos em discussões próprias das Ciências de forma a estimular o processo de AC.

Fourez (1997) lista alguns critérios para que uma pessoa seja alfabetizada científica e tecnologicamente, dentre os quais destacamos: a utilização de conceitos científicos e integração de valores e conhecimentos para tomar decisões responsáveis; a compreensão de que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias, do mesmo modo que as ciências e as tecnologias o fazem marcando a sociedade; a compreensão de que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias pelos canais das subvenções que ela lhe concede; o reconhecimento tanto dos limites como as utilidades das ciências e das tecnologias; o conhecimento dos principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e a capacidade de aplicá-los em situações diversas; a compreensão de como a produção do conhecimento científico depende dos processos de investigação e dos conceitos etc.

Algumas características do aluno cientificamente alfabetizado lhe permitirão adaptar-se ao mundo variável da ciência e da tecnologia e seu impacto no âmbito pessoal, social e econômico. Essas características não são ensinadas de forma direta. Tais ensinamentos estão embutidos no currículo escolar, em que os alunos são chamados a solucionar problemas, a realizar investigações, a desenvolver projeto em laboratório de apoio, experiências de campo etc (Hurd, 1998).

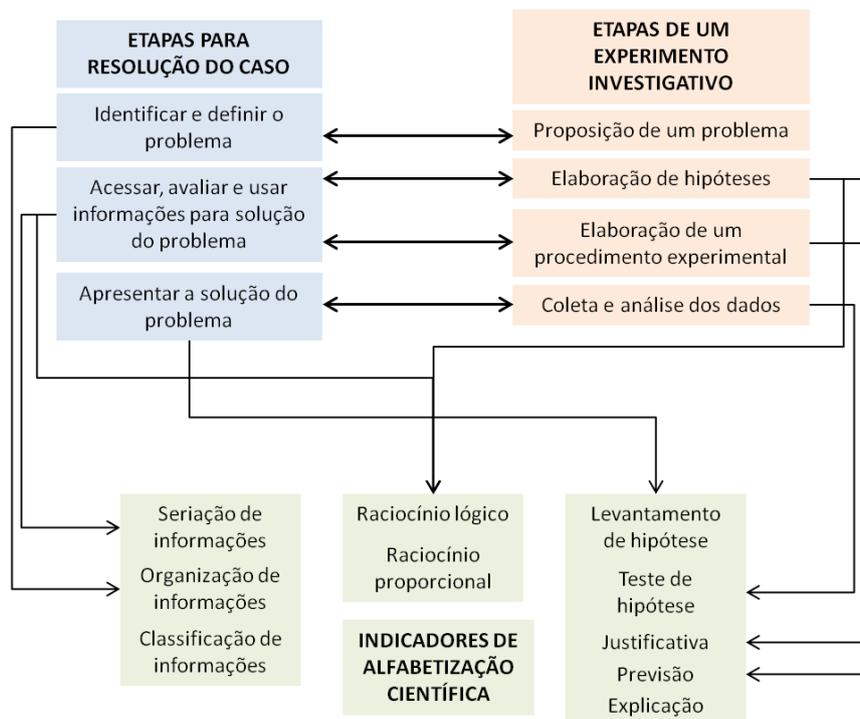
Sasseron e Carvalho (2008) apontam que algumas habilidades desenvolvidas pelos alunos durante a execução de um trabalho que envolva, por exemplo, a resolução de problemas, ao serem analisadas, podem fornecer indicadores que evidenciam o processo de desenvolvimento da AC, conforme descritos no Quadro 1. Tais indicadores representam um instrumento que nos possibilitam analisar atividades de ensino, investigando suas potencialidades para promoção da AC.

Nessa perspectiva, analisamos as contribuições de uma proposta de ensino envolvendo o uso da experimentação investigativa e o método de estudo de casos para o desenvolvimento da AC. Tais estratégias apresentam etapas similares e que se articulam na condução de uma atividade investigativa para solução de um problema. Além disso, consideramos que todo o trabalho a ser desenvolvido pelos estudantes – reflexão sobre problema, busca e análise das informações, levantamento de hipóteses e proposta de atividade experimental, análise dos dados, apresentação e explicação dos resultados, resolução do problema etc – envolve um processo que, em maior ou

menor medida, a depender do grau de autonomia do estudante a da complexidade de cada atividade investigativa, alinha-se aos indicadores de AC. Algumas dessas possíveis relações estão sintetizadas na Figura 1.

**Quadro 1** – Caracterização dos Indicadores de AC, conforme Sasseron e Carvalho (2008).

Grupos de Indicadores de AC	Indicadores de AC	Definição
<b>Grupo 1 -</b> Indicadores relacionados aos trabalhos com os dados obtidos em uma investigação.	<b>Seriação de informações</b>	Elaboração de ma lista ou uma relação de dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar.
	<b>Organização de informações</b>	Envolve a ação de organizar dados existentes sobre o problema investigado.
	<b>Classificação de informações</b>	Significa elencar, em ordem de importância, os dados levantados, promovendo uma ordenação e montando relação entre dados.
<b>Grupo 2 –</b> Indicadores do pensamento que molda as afirmações e relatos durante as aulas de ciências	<b>Raciocínio lógico</b>	Representa o modo como o pensamento é exposto, a compreensão de como as ideias são desenvolvidas e apresentadas.
	<b>Raciocínio proporcional</b>	Mostra como se estrutura o pensamento e a maneira como as variáveis são relacionadas entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
<b>Grupo 3 -</b> Indicadores que se referem ao entendimento da situação em análise	<b>Levantamento de hipótese</b>	Momento em que são construídas suposições acerca de um determinado problema.
	<b>Teste de hipótese</b>	Etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova.
	<b>Justificativa</b>	Apresentação da garantia do que é proposto, demonstrando a segurança do trabalho.
	<b>Previsão</b>	Afirmiação de uma ação ou fenômeno que ocorre depois de certos acontecimentos.
	<b>Explicação</b>	Apresentação da relação entre informações e hipóteses levantadas.



**Figura 1** – Síntese das etapas do método estudo de casos e das atividades experimentais investigativas, e as possíveis relações com os indicadores de AC. Fonte: autores.

## Percurso metodológico

Esta pesquisa foi realizada em uma turma de Ciências do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do sul de Minas Gerais. Inicialmente, por meio de conversa com a professora da disciplina, buscou-se conhecer o conteúdo que seria trabalhado com os alunos durante aquele bimestre. Em seguida, passou-se à etapa de elaboração da atividade, a qual teve como objetivo abarcar os conteúdos sobre misturas e métodos de separação, os quais seriam trabalhados nas aulas.

A partir dessas informações e adotando-se como referencial os elementos de um “bom caso”, descritos por Herreid (1998), elaborou-se o caso “Reaproveitamento da água para o canil do Sr. Pedro” (Figura 2), no qual se apresenta uma narrativa com uma questão problema a ser resolvida pelos alunos utilizando experimentos investigativos. De acordo com as definições de Sá (2010) quanto à estruturação de um estudo de casos, essa narrativa pode ser classificada como um caso estruturado, uma vez que o problema está bem delimitado e a função do aluno é analisar e propor uma solução.

<b>A reutilização da água para o canil do Sr. Pedro</b>	
<p><b>Sr. Pedro vive com sua família em uma grande casa afastada da cidade.</b> Devido ao grande apreço que tem por animais, cuida de quatro cachorros de diferentes raças. Para isso, construiu um pequeno canil, no qual os cães foram colocados.</p> <p><b>Ultimamente, em decorrência da falta de chuva, uma grande crise de seca tem atingido a região onde Sr. Pedro mora. Desde então, ele vem buscando formas de reutilizar a água gasta em algumas das atividades diárias realizadas em sua casa.</b> A água utilizada para lavar roupa, por exemplo, é armazenada em um grande barril para posteriormente ser utilizada na limpeza do canil.</p> <p>Sr. Pedro percebeu que, embora a água proveniente da lavagem de roupa não seja totalmente limpa, ao armazená-la no barril esta ainda acaba se misturando com outros tipos de sujeira, como terra e folhas.</p> <p><b>A fim de tratar esta água para ser mais bem reutilizada na limpeza do canil,</b> Sr. Pedro pediu ajuda ao seu sobrinho, um estudante do <b>nono ano do ensino fundamental, imaginando que ele pudesse ajudá-lo com os conhecimentos advindos das aulas de ciência.</b></p> <p><b>- Quero evitar o descarte desta água que está no barril, Rafael! -</b> falou Sr. Pedro para seu sobrinho - <b>Será que você saberia algumas maneiras de tratá-la para que eu possa reutilizá-la na lavagem do canil ou, quem sabe, para outros fins aqui na minha casa?</b></p> <p>Rafael, motivado em ajudar o tio, colheu uma pequena amostra da água a ser tratada e a levou para o laboratório, onde poderia, com ajuda de seus companheiros, solucionar a questão enfrentada por seu tio.</p> <p><b>Imaginem que vocês são os colegas de Rafael, sobrinho do Sr. Pedro, e são responsáveis por ajudá-lo no tratamento da água armazenada no barril.</b> A partir da análise da amostra proponha maneiras de resolver a situação, utilizando, ou não, os materiais de seu laboratório. Na Prancheta do Químico, responda as questões indicando os processos e materiais utilizados.</p> <p>Usem sua criatividade e conhecimentos para fazer um excelente trabalho!</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Um bom caso narra uma história</li> <li>❖ Um bom caso é atual</li> <li>❖ Um bom caso é relevante para o leitor e desperta o interesse</li> <li>❖ Um bom caso provoca um conflito</li> <li>❖ Um bom caso tem utilidade pedagógica</li> <li>❖ Um bom caso inclui citações</li> <li>❖ Um bom caso força uma decisão</li> <li>❖ Um bom caso produz empatia com os personagens principais</li> <li>❖ Um bom caso é curto</li> </ul>

**Figura 2** - Caso elaborado para a atividade e a identificação de elementos de um "bom caso".

Para a realização da atividade, a turma contendo 31 alunos foi dividida em seis grupos distintos, sendo um grupo formado com seis membros e os demais com cinco membros. Cada grupo

recebeu uma folha contendo a narrativa do caso, a amostra problema e um kit de materiais. A amostra problema, armazenada em um frasco plástico de 100 mL, era composta por uma mistura contendo água, terra, pequenas pedras, folhas e pedaços de plástico. Nesse frasco não havia nenhuma especificação sobre quais eram os componentes presentes na mistura.

Os kits de materiais foram preparados com alguns objetos encontrados em casa e também com materiais de laboratório. Cada kit era composto por um papel de filtro mais poroso (utilizado para filtrar café), um papel de filtro menos poroso (utilizado em laboratório químico para filtração de misturas), peneira, funil de plástico, palito de picolé, béquer de vidro, pipeta de Pasteur e pisseta. Informou-se aos alunos que os materiais disponíveis no kit poderiam ser, ou não, utilizados durante a realização da prática experimental, cabendo a eles a escolha pelo material mais adequado para resolução do problema. Durante a atividade, os alunos foram também informados que poderiam utilizar qualquer outro material que servisse de suporte para a realização da atividade, inclusive os cadernos e livros didáticos.

As discussões dos grupos foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas. Os dados analisados nesta pesquisa foram as transcrições das discussões ocorridas entre os estudantes de cada grupo durante a realização da atividade. Durante as transcrições, os grupos foram indicados por letras A, B, C, D e E. Os alunos pertencentes aos grupos foram enumerados para melhor destaque nas falas enunciadas por cada um. Assim, quando escrito aluno A1, deve-se entender que esta fala pertence ao aluno enumerado como 1 do grupo A.

Na análise dos dados, buscou-se identificar os Indicadores de AC (Sasseron & Carvalho, 2008) que poderiam ser expressos pelos alunos durante a atividade. A metodologia de organização e análise dos dados obtidos deu-se por meio da Análise Textual Discursiva, a qual

pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar e emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (Moraes & Galiuzzi, 2011, p. 12).

Nessa metodologia, a categorização pode ser conduzida por meio de *categorias a priori*, baseadas na teoria em que a pesquisa é fundamentada e, portanto, sendo predeterminadas, tendo natureza mais objetiva e dedutiva; ou por meio de categorias emergentes, as quais são construídas a partir da análise dos dados, adotando um tendo uma natureza mais subjetiva e indutiva (Moraes & Galiuzzi, 2011). Em nossa pesquisa, foram adotadas categorias *a priori* de análise – os Indicadores de AC. Nesse processo, foram realizados recortes de falas dos alunos que expressavam elementos significativos de acordo com o objetivo da pesquisa, contiundo assim as unidades de análises. Em seguida, tais unidades foram agrupadas nas categorias definidas previamente. Além dessas, outras contribuições da atividade para a formação do aluno, observadas na análise dos dados, foram também apontadas nesta pesquisa, conforme resultados descritos a seguir.

## Resultados e Discussão

Apresentamos os resultados desta proposta em dois momentos: inicialmente, discutimos, com base nas discussões tecidas entre os estudantes durante a resolução do caso, a presença de indicadores de AC desencadeados na atividade; em seguida, apresentamos uma discussão mais geral sobre a condução das atividades, pontuando algumas contribuições adicionais, bem como dificuldades percebidas na aplicação da proposta.

### *Os Indicadores de Alfabetização Científica*

Após a leitura da narrativa, os alunos iniciaram o processo de análise do caso proposto e compartilharam cada interpretação entre os membros do grupo. Essa ação caracteriza a primeira

etapa da resolução de um caso, que consiste na **identificação e definição do problema**. No trecho transcrito a seguir, é possível observar esse processo inicial do método de estudo de caso, com o questionamento do aluno B1 (Trecho 1). A fala do aluno revela, portanto, que o problema a ser solucionado no caso já está bem claro para o grupo – o que caracteriza a narrativa como um caso bem estruturado (Sá, 2010).

*Aluno B1 - Bem, temos este frasco com água suja, e a gente tem que limpá-la. Como é que vamos fazer para limpá-la? (Trecho 1)*

*Aluno B2 - Joga tudo aqui dentro deste copo grande de vidro. Aí a gente vê o que está misturado na água. (Trecho 2)*

A etapa seguinte para a resolução do caso envolveu o acesso, avaliação e uso das informações necessárias à solução do problema (Sá & Queiroz, 2010). Verificou-se que, após a entrega do caso aos grupos, os estudantes iniciam a discussão a respeito dos procedimentos necessários para começar a análise e resolução do problema. Nesse processo, foram evidenciados indicadores de AC relativos à **seriação de informações, organização de informações e classificação de informações**.

Nos trechos 3 e 4, transcritos a seguir, evidenciam-se as ações dos alunos do grupo A no sentido de fazer o reconhecimento da amostra. O aluno A1 propõe ao grupo despejar a mistura a ser analisada em um segundo recipiente e, assim, obter as informações necessárias para as decisões que cabem na resolução do problema proposto. O aluno A2 segue também propondo ações que devem conduzir à obtenção de informações iniciais (coleta de dados) para posterior avaliação do grupo.

*Aluno A1 - Despeja aqui a água que fica melhor pra gente ver. (Trecho 3)*

*Aluno A2 - Temos que tirar essa sujeira toda. Pega os “negocinhos” ali, pra gente ver o que faz. (Trecho 4)*

A coleta de dados é relatada por Sasseron e Carvalho (2008) como pertencente ao primeiro grupo de indicadores de alfabetização científica. De acordo com a autora, **seriar as informações** não prevê necessariamente uma ordem a ser estabelecida, podendo ser uma lista de dados que auxiliem no trabalho posterior. Os dados, na atividade proposta, envolvem a identificação de características e elementos presentes na amostra problema.

No que se refere à experimentação investigativa, essa também é uma etapa importante nesse tipo de atividade, uma vez que cabe aos alunos o levantamento de informações úteis que irão auxiliá-los, em etapa posterior, na realização do experimento a fim de obter as repostas que necessitam diante do problema em questão (Borges, 2002; Azevedo, 2004).

Nos trechos 5 a 7, apresentados na sequência, podemos observar algumas reflexões dos alunos do grupo B sobre os componentes da amostra e do kit de materiais:

*Aluno B1 - Bem, temos a água, terra, pedras, folhas e... o que é isso aqui? (Trecho 5)*

*Aluno B3 - Uns pedacinhos de plástico. Parecem aqueles lacres de garrafa. (Trecho 6)*

*Aluno B1 - Então, está tudo misturado. E temos estes negócios (materiais) para usar (Trecho 7)*

Nesse excerto, tem-se inicialmente o questionamento do aluno B1 acerca de um dos componentes da mistura, cuja resposta é fornecida pelo colega B3. Aqui há o indicativo de que os alunos estão promovendo o **levantamento de informações** do problema (identificação de materiais presentes na amostra). No Trecho 7, o aluno B1 faz menção aos materiais do kit para a resolução do problema, o que pode sugerir formas de **classificação de informações** – nesse caso, a análise das funções de cada um dos materiais disponíveis para uma possível separação da amostra.

Verifica-se, portanto, nesse diálogo, que os alunos realizam a separação e classificação das informações necessárias para a resolução do problema. Para Sasseron e Carvalho (2008), a organização de informações se dá com construção de relações entre os novos dados e aqueles elencados anteriormente. A classificação destas informações pode seguir uma ordem hierárquica entre os elementos com os quais se trabalha, buscando um vínculo entre eles.

Durante o processo de discussão sobre as ações cabíveis para resolução do caso, os alunos do grupo C passam a levantar hipóteses a respeito dos procedimentos experimentais necessários para o tratamento da amostra, levando em consideração as variáveis referentes a esses procedimentos, ou seja, as consequências possivelmente obtidas caso tais ações sejam realizadas. Dessa forma, verifica-se a presença dos indicadores de **raciocínio lógico, raciocínio proporcional e levantamento de hipóteses**, conforme podem ser observados nas seguintes falas:

*Aluno C1 - Vamos usar a peneirinha primeiro pra gente tirar o que está boiando, não é? (Trecho 8)*

*Aluno C2 - Então, antes de despejar, já passa na peneirinha. (Trecho 9)*

*Aluno C3 - Então vai. (Trecho 10)*

*Aluno C1 - Não, não precisa bater pra cair esta terra. O importante é só a água limpa. (Trecho 11)*

*Aluno C3 - É verdade. (Trecho 12)*

No trecho 8, o aluno C1 propõe uma ação (uso inicial da peneirinha), desenvolvendo assim um raciocínio lógico e proporcional, para o qual possivelmente levou em conta a funcionalidade de um dos materiais do kit para promover a separação da mistura, bem como o tamanho e densidade de um dos componentes da amostra. Dessa forma, o aluno estrutura seu pensamento analisando diversas variáveis, evidenciando, assim, os indicadores de AC relativos ao raciocínio lógico e proporcional, que geralmente são apresentados de forma sincrética. No trecho 9, observa-se outro indicador: **o teste de hipóteses**. Nesse caso, o aluno C2 realiza suposições que antecedem suas ações na prática.

No trecho 11, o aluno C1, ao alertar o colega para a não realização de determinada ação (não deixar cair terra), explicando o motivo (o que interessa é apenas água limpa), evidencia indicadores de **justifica e previsão**. Esse trecho também é indicativo de raciocínio proporcional, uma vez que, para realizar sua previsão em relação à ação que seria realizada pelo colega, o aluno C1 levou em conta o tamanho do material na amostra.

Conforme observado até então, a resolução do caso proposto na atividade envolveu análises e decisões sobre quais procedimentos experimentais adotar, o que é característico da experimentação investigativa. Os alunos, com base em conceitos relacionados aos processos de separação de misturas e propriedade dos materiais – abordados previamente pela professora da turma –, estruturaram o pensamento e definiram suas ações. Nesse processo, os indicadores de **raciocínio lógico e proporcional**, bem como **teste de hipóteses**, puderam ser observados também nas falas do grupo D, transcritas a seguir:

*Aluno D1 - Acho que a gente deve começar pela filtração. (Trecho 12)*

*Aluno D2 - Não. Vamos coar primeiro com a peneira e tirar estas folhas e a sujeira maior. (Trecho 13)*

*Aluno D3 - Coar com a peneira não “né”? O certo é peneirar. (Trecho 14)*

*Aluno D4 - Deixa eu fazer esta parte da peneira, Aí vocês preparam o funil com o papel de coar café. (Trecho 15)*

*Aluno D1 - Mas qual papel você vai usar? O mais grosso ou o mais fino? (Trecho 16)*

*Aluno D4 - Vamos fazer no mais grosso primeiro, porque tem mais sujeira, aí depois passamos no mais fino. (Trecho 17)*

Mais uma vez, observa-se que os alunos traçam um caminho a ser seguido para resolução do problema a partir do sistema de organização hierárquico das informações levantadas, explicando a lógica de suas ações e testando suas hipóteses. A função dos objetos dos kits é o principal elemento norteador para a definição da ordem das etapas a serem seguidas.

Durante a atividade, os alunos promoveram discussões argumentativas, nas quais se observaram indicadores de AC relativos à **previsão**, bem como **justificativa** e **explicação**, conforme revelam algumas falas do grupo E.

*Aluno E1 - Vamos filtrar tudo. A água vai passar limpa e a sujeira vai ficar toda no papelzinho. (Trecho 18)*

*Aluno E2 - Não. Se tiver muita sujeira vai demorar muito para filtrar. (Trecho 19)*

*Aluno E3 - Vamos peneirar para tirar o maior. Depois deixamos a areia abaixar... decantar e então filtramos só a água que estiver por cima. (Trecho 20)*

Nesse diálogo, o aluno E1 propõe uma ação e apresenta sua previsão (trecho 18), que é refutada pelo aluno E2, seguida de sua justificativa (trecho 19). O aluno E3, complementa o pensamento do colega, apresentando uma explicação (trecho 20). Vale ainda ressaltar que, de modo sincrético, os indicadores de raciocínio lógico e proporcional também estão associados a tais falas.

Outra observação importante nesse diálogo é a relação que o aluno consegue estabelecer com conceitos científicos previamente abordados pela professora, como filtração e decantação, para decidir sobre quais etapas experimentais realizar. Essa é uma característica importante nas atividades experimentais de natureza investigativa: os conceitos têm como finalidade fundamentar os procedimentos para resolução do problema concreto, sendo, dessa forma, apropriados pelo estudante de maneira mais significativa (Zompero & Laburú, 2011).

Dessa forma, selecionando e organizando as informações, lançando mão de formas de pensamento lógico e proporcional, levantando e testando hipóteses – expressando vários indicadores de AC –, os estudantes conseguem conduzir um experimento investigativo e apresentar uma solução para o caso proposto.

Outros trabalhos na literatura que aplicaram estudo de casos na educação química também destacaram importantes contribuições desse método de ensino. Aba, Salgado e Pino (2013), por exemplo, apresentam a proposta do uso do método de estudo de casos para o ensino de química orgânica. Segundo os autores,

o método foi empregado para trabalhar especificamente um conteúdo químico tradicionalmente abordado nas salas de aula do ensino médio, que são funções da Química Orgânica. Ao mesmo tempo, como era necessário escolher um tema que contextualizasse os casos a serem elaborados, trabalhou-se com o tema medicamento. [...] a abordagem por meio do Estudo de Caso, aqui apresentada, diferencia-se das demais por trabalhar o assunto de forma a não apenas contextualizar, mas principalmente tornar esse conteúdo químico relevante para os estudantes do ensino médio (Alba, Salgado & Pino, p.81, 2013).

Diferente da proposta deste trabalho, o método de estudo de casos aplicado por Alba, Salgado e Pino (2013) não teve vínculo com a experimentação. No entanto, de acordo com os autores, tal atividade também pode proporcionar aos alunos o desenvolvimento de habilidades de busca de informações, bem como a “formação desses estudantes como cidadãos mais conscientes e críticos tornando esses conteúdos químicos relevantes” (Alba, Salgado & Pino, p.91, 2013).

Silva, Oliveira e Queiroz (2011) também reportaram uma proposta de ensino pautada no uso do método de estudo de casos. O caso, no qual se abordava uma temática de ambiental, foi desenvolvido pelos autores e foi aplicado em conjunto de diferentes atividades envolvendo algumas práticas experimentais. Em uma das atividades propostas, os alunos participaram de uma visita em uma sub-bacia hidrográfica, na qual realizaram coleta de água e posterior análise da quantidade de oxigênio dissolvida no material coletado. Os autores afirmam que, por meio das tarefas necessárias para a resolução do caso, os alunos analisaram dados e informações, refletiram sobre as prováveis causas do problema em questão, tomaram decisões em grupos e indicaram possíveis formas de intervenção preventivas e/ou corretivas. Esses aspectos também foram verificados nos alunos durante a realização das atividades com o estudo de caso aliado à experimentação investigativa, propostas em nosso trabalho, reforçando algumas das importantes contribuições desse tipo de proposta para a AC dos educandos.

### *Reflexões e limitações da atividade proposta*

Ao relatar-se aos estudantes as atividades que iriam desenvolver naquela aula, percebeu-se um grande interesse deles na realização da proposta, o que se refletiu em uma postura ativa e participativa em todo o processo. A atividade foi inovadora para os estudantes em todos os aspectos, inclusive no desenvolvimento de um experimento de química (algo que nunca havia sido experienciado por aquela turma). Essa observação indica o papel motivacional das atividades experimentais, sobretudo essas de natureza investigativa, o que pode ser um fator que auxilia na apropriação dos conceitos científicos. Tal relação é apontada por Oliveira (2010b, p.37), segundo a qual, sob uma “perspectiva vygotskiana, os aspectos afetivo (a motivação) e intelectual (o aprendizado) não devem ser dissociados”, pois “da mesma forma que o desenvolvimento do pensamento conceitual é fortemente influenciado pelos desejos e emoções, estes também são influenciados pelos conceitos internalizados”.

Após a entrega dos materiais e início da atividade, percebeu-se que alguns grupos apresentaram formas diferenciadas para a leitura do caso e organização do trabalho em grupo. Enquanto alguns elegiam um membro para a leitura geral da narrativa, outros grupos revezavam essa tarefa entre os membros, de forma que cada aluno lia um parágrafo do texto. Verificamos também que alguns grupos optaram pela utilização dos próprios cadernos de ciência e livros didáticos como instrumentos de apoio para realização da atividade. Selecionavam então os métodos de separação de misturas que deveriam aplicar para cada etapa do processo de tratamento da água. Essas observações nos indicam que os alunos puderam desenvolver habilidades de trabalho em grupo, organizando as tarefas de diferentes formas e buscamos caminhos próprios para solucionar os problemas que enfrentaram durante a realização das atividades propostas.

Esse trabalho em grupo apresentou, em alguns momentos da atividade, situações problemáticas, como o fato de que alguns alunos se comportaram de maneira mais passiva na execução da prática ou nas discussões acerca da resolução do caso. Essa situação, no entanto, foi apenas inicial, uma vez que, à medida que o nível de envolvimento dos estudantes com a atividade aumentava, o desafio de resolver o problema proposto os estimulou a dialogar com os demais membros do grupo e a adotar uma postura mais participativa nas tarefas.

Apesar do entusiasmo dos estudantes na condução das atividades, também foi possível observar algumas dificuldades, como, por exemplo, na manipulação dos materiais para a execução das práticas experimentais. Essa dificuldade pode ter sua relação com o fato de que atividades dessa natureza eram novidades para a turma. A realização dos procedimentos de filtração, por exemplo, que exigiam a manipulação do papel de filtro e funil, foi desafiadora, sendo necessária, em alguns casos, a intervenção do professor. Observeu-se ainda a dificuldade em reconhecer e denominar os materiais utilizados para a execução dos métodos de separação de misturas. Em certas situações, os estudantes não sabiam como se referir a determinados objetos ou analisar a utilidade desses no

contexto da situação problema, embora os conteúdos que abarcavam tais conhecimentos tivessem sido trabalhados pela professora da disciplina. Esse fato é condizente com as colocações de Borges (2002), ao apontar que atividades investigativas podem ser inicialmente muito difíceis para os estudantes, especialmente quando não tiveram contato com laboratório anteriormente.

Para suprir algumas dessas dificuldades, os alunos recorriam a suas anotações de caderno acerca dos conteúdos relativos ao tema que haviam sido ministrados pela professora (misturas, métodos de separação, propriedade dos materiais, densidade, porosidade etc.). Vale ressaltar que embora alguns desses conceitos tenham sido abordados previamente para a turma, o foco das ações e da organização do pensamento dos alunos estava em propor um desenho experimental para resolução do problema, estabelecendo relações entre propriedades dos materiais presentes na amostra, as características dos materiais disponíveis para a atividade experimental e as hipóteses realizadas. Dessa forma, eles lançaram mão de conhecimentos anteriores para resolução de um problema específico e não apenas como verificação descontextualizada dos conceitos relativos à separação de misturas.

Outro aspecto a ser destacado é que o desenvolvimento da atividade exigiu um tempo relativamente extenso para sua execução, sendo necessário usar aulas extras e exigindo adequar o cronograma de atividades da disciplina. Por contar com duas aulas seguidas de Ciência, a apresentação do caso e a realização da prática experimental pode ser desenvolvida no mesmo dia, dentro do tempo estipulado inicialmente para a proposta. No entanto, foi necessária uma aula complementar, na semana seguinte, para que se fizesse o encerramento da atividade e uma discussão acerca da solução apresentada pelos grupos para resolução do caso e dos conceitos químicos associados. Essa etapa também foi importante para avaliar os conceitos apropriados pelos estudantes durante a proposta.

Também foi observado nesta proposta que alguns alunos conseguiram correlacionar o problema social colocado em destaque no caso (o reaproveitamento da água) com outras situações do seu cotidiano, mencionando situações em que água é reaproveitada por seus familiares. Essa observação indica que o fato de a atividade experimental proposta ter sido vinculada à metodologia estudo de casos – que tem como perspectiva o uso de narrativas próximas do contexto social dos alunos, despertando seu interesse pelo problema – tenha contribuído para motivar os alunos, pois estes se viram como parte do contexto problemático. Ou seja, o uso de estudos de caso pode aproximar o que se aprende em sala de aula com o contexto social do aluno. Desse modo, ao desenvolver os casos, deve-se tomar cuidado para que estes não fujam da realidade dos alunos, o que poderia vir a ocasionar na baixa motivação para a realização da atividade.

A capacidade de articular os conceitos científicos abordados nas atividades escolares com situações de seu contexto social é uma habilidade almejada em muitas das propostas de ensino que tenham como objetivo promover a formação para cidadania. Segundo alguns autores, ensino de ciências não pode ser nem mesmo restrito apenas à discussão do contexto social nem somente ao estudo de conceitos químicos descontextualizados. Ao contrário: a escola deve favorecer uma abordagem integrada de dois aspectos centrais, a informação química e o contexto social (Santos & Mortimer, 2001; Santos & Schnetzler, 2003).

### **Considerações finais**

Nesta pesquisa investigamos as contribuições de uma atividade didática pautada no uso do método de estudos de casos com abordagem experimental, isto é, articulando-se experimentos investigativos ao método de estudos de caso para o desenvolvimento de habilidades de AC dos estudantes. Para que tal atividade pudesse ser implementada foi fundamental a construção da narrativa do caso envolvendo uma situação próxima do contexto social dos alunos. Além disso, para resolução do caso, os alunos deveriam realizar um experimento aberto, de natureza investigativa, sem um roteiro pré-definido pelo professor, cujos materiais e procedimentos deveriam

ser selecionados pelos alunos a partir de discussões em grupo.

Por meio da análise das discussões entre os grupos durante a resolução do caso, pode-se evidenciar e analisar os indicadores de AC expressos pelos estudantes. Essa análise revelou que a atividade proposta estimulou os estudantes a analisar e entender a situação problema que lhes foi proposta, além de desenvolver a habilidade de selecionar e analisar dados para uma investigação (indicadores de seriação e organização de informações). Também puderam manifestar o raciocínio lógico e proporcional para solucionar o problema proposto, bem como desenvolver habilidades como levantamento de hipótese, teste de hipótese, justificativa, previsão e explicação. No decorrer da atividade, foi possível ainda observar que os alunos desenvolveram seu raciocínio lógico e proporcional, ou ainda expressaram suas previsões, justificativas e explicações, estabelecendo relações entre as ações e procedimentos que propuseram para solução do problema com os conceitos científicos previamente estudados – indicando uma articulação contextualizada dos conceitos científicos e uma apropriação desses conhecimentos de forma mais significativa pelo estudante.

Concluimos que a atividade proposta promoveu a interface o método de estudo de caso e a abordagem experimental investigativa, contribuindo para o desenvolvimento de algumas habilidades de AC, estimulando a formação de um indivíduo participativo e crítico, capaz de utilizar saberes adquiridos durante a sua formação para dar subsídios às suas opiniões e ações acerca de fatos que envolvam ciência e seu meio social.

Nesse sentido, apontamos algumas implicações para o ensino de química decorrentes deste estudo: a importância do uso de experimentos de química de natureza investigativa no sentido de estimular o envolvimento e participação dos alunos, bem como o trabalho em grupo; a articulação entre experimentos investigativos e estudo de casos favorece o desenvolvimento de habilidades necessárias à AC dos estudantes; estudo de casos com narrativas próximas ao contexto social do estudante amplia seu envolvimento com a tarefa e sua capacidade de articular o conteúdo da atividade com outras situações do seu cotidiano; atividades investigativas proporcionam oportunidades para uma contextualização concreta dos conceitos científicos; experimentos investigativos abertos podem ser inicialmente difíceis para alguns alunos, requerendo mediação e atenção constante do docente para sua realização; atividades investigativas podem requerer um tempo maior do docente, tanto para seu planejamento quanto para sua aplicação e avaliação.

## **Agradecimentos**

Ao CNPq. Aos alunos e docentes da escola que colaboraram com a realização desse estudo.

## **Referências bibliográficas**

Alba, J.; Salgado, T. D. M. & Pino, J. C. D. (2013). Estudo de casos: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6(2), 76-96.

Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P., *Ensino de Ciências: unindo pesquisa e prática* (pp.19-33). São Paulo: Thompson.

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(13), 291-313.

Chassot, A. (2003). Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, 22, 89-100.

- Chassot, A. (2014). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 6. ed. Ijuí: Unijuí.
- Fourez, G.(1997). *Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires, Argentina.
- Freire, P. (1980). *Educação como prática da liberdade*. São Paulo: Paz e Terra.
- Gaspar, A. & Monteiro, I. C. C. (2005). Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencia da teoria de Vigotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(2), 227-254.
- Gil-Perez, D.; Cachapuz, A.; Carvalho, A. M. P.; Praia, J.& Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez Editora.
- Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa, *Química Nova na Escola*, 31, 198-202.
- Herreid, C. F. (1998). What makes a good case? *Journal of College Science Teaching*, 27(3), 163-169.
- Hurd, P.D. (1998). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*, 82(3), 407-416.
- Lorenzetti, L. & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, 3 (1), 45-61.
- Moraes, R. & Galiazzi, M. C. (2011). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Unijuí.
- Oliveira, J. R. S. (2010a). Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, 12(1), 139-153.
- Oliveira, J. R. S. (2010b). A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química. *Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 3(3), 25-45.
- Sá, L. P. & Queiroz, S. L. (2010). *Estudos de caso no ensino de química*. Campinas: Átomo.
- Sá, L. P. (2010). *Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química*. Tese de Doutorado em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciência. *Revista Ciência e Educação*, 7(1), 95-111.
- Santos, W. L. P. & Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em Química – compromisso com a cidadania*. Ijuí: Editora Unijuí.
- Sasseron, L. H. & Carvalho, A. M. P. (2011). Construindo Argumentação na Sala de Aula: a Presença do Ciclo Argumentativo, os Indicadores de Alfabetização Científica e o Padrão de Toulmin, *Ciência & Educação*, 17(1), 97-114.
- Sasseron, L. H.& Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciência*, 13(3), 33-352.
- Serra, F.& Vieira, P. S. (2006). *Estudos de Casos: como redigir, como aplicar*. Rio de Janeiro: LTC.

Silva, O. B.; Oliveira, J. R. S. & Queiroz, S. L. (2011). SOS Mogi-Guaçu: contribuições de um estudo de caso para a educação química no ensino médio. *Química Nova na Escola*, 33(3), 185-192.

Suart, R. C. & Marcondes, M. E. R. (2008). *Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do Ensino Médio*. In: 14º Encontro Nacional de Ensino de Química - PR, Curitiba. Resumos: SBQ.

Zompero, A. F. & Laburú, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciência*, 13(3), 67-80.