

# A estratégia de Estudos de Caso aliada à História da Ciência no Ensino de Química

Flávia Piccoli<sup>1</sup>, Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro<sup>2</sup>, Cesar Valmor Machado Lopes<sup>3</sup>, Tania Denise Miskinis Salgado<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Professora da Educação Básica

<sup>2</sup>Pós-doutorando em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Professor da Educação Básica

<sup>3</sup>Doutor em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>4</sup>Doutora em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul



## The Case Studies Strategy combined with History of Science in Chemistry Teaching

### Informações do Artigo

#### Palavras-chave:

Estudos de Caso; História da Ciência; autonomia; motivação; Ensino Médio de Química.

#### Keywords:

Case studies; History of Science; autonomy; motivation; High School Chemistry.

E-mail: [flaviapiccoli@gmail.com](mailto:flaviapiccoli@gmail.com)

### ABSTRACT

In this article we intend to analyse an experience of using the methodological strategy of Case Studies combined with History of Science and to investigate whether this methodology can contribute to students develop autonomy in their learning process and interest in the subject of Chemistry. We used a sequence of three Case Studies on the History of Science in three first year high school classes in a public school in the city of Porto Alegre/Brazil. The data were analysed through records in the researchers' Field Diary. For data analysis, the principles of qualitative analysis were used. The results showed that the use of Case Studies, based on the History of Science, favoured the development of autonomy, and provided the active participation of students in Chemistry classes.

### INTRODUÇÃO

O interesse dos estudantes pela disciplina de Química, segundo Leite e Lima (2015), vai depender, além da interação deles com o professor, de como eles avaliam sua aprendizagem na disciplina e de como avaliam o conhecimento técnico do professor. Isso pode ser observado nas salas de aula quando nos deparamos com muitos alunos que não participam de atividades relacionadas a uma ou outra disciplina. Trazendo essa observação para nossa vida diária, percebemos que essa é uma característica inata do ser humano, já que dificilmente vamos cooperar com quem não temos uma boa relação. Nesse sentido, Vázquez (2019) ressalta que, quando não se estabelece um bom vínculo entre professor e aluno, surgirão conflitos futuros, baixa motivação, baixa autoestima, baixo rendimento e maior reatividade emocional. Por outro lado, também se observa que, algumas vezes, mesmo não gostando de Química ou achando difícil, se tem um bom vínculo com o professor, o aluno vai tentar produzir algo.

Acreditamos que o surgimento desse vínculo professor-aluno acontece quando existe um ambiente no qual são favorecidas as relações mais horizontais e no qual o aluno vê o professor e os colegas como apoios. Além disso, Galán, Pastor e Llanç (2019) explicam que a aprendizagem entre pares tem um papel muito importante na autorregulação dos alunos, pois propicia momentos e ferramentas que favorecem a reflexão e o entendimento do erro, tolerando melhor a frustração, o que provoca grande efeito sobre o autoconceito e a autoestima dos alunos.

Nessa perspectiva, Bueno e Bertoni (2018) descrevem os estudantes como indivíduos modificáveis e o professor como um mediador que produz estímulos para que surja a interação entre a realidade do aluno e o comportamento que o meio exige dele, fazendo com que o estudante esteja em constante modificação. Então, quanto maior for a variedade de estratégias metodológicas e tipos de estímulos a que submetemos nossos estudantes, melhor será sua interação com a aprendizagem.

Da mesma forma, Galán, Pastor e Llanç (2019) asseguram que a introdução de novas metodologias entrega ferramentas para os aprendizes resolverem problemas cotidianos e gerirem melhor os imprevistos que possam surgir. Essas ferramentas podem ainda reforçar a autoestima e os valores dos estudantes, desenvolvendo pessoas mais autônomas, criativas, afetuosas e com melhor autoestima para resolver os problemas que aparecem em suas vidas.

Muitas vezes, os professores acabam fazendo apenas o que traz o livro didático em vez de criar propostas ajustadas aos educandos. Em contrapartida, os bons professores, segundo Trinidad, Hernández e Forés (2019), são os que preparam um ambiente de aprendizagem personalizado, realista e que formam competências. Assim, salientamos a importância de o professor assumir o papel de pesquisador de sua própria prática, buscando sempre novas estratégias e avaliando seu desempenho e o dos estudantes.

Nessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa é analisar uma experiência da utilização da estratégia metodológica de Estudos de Caso aliada à História da Ciência e investigar se essa metodologia é capaz de contribuir para que os alunos desenvolvam a autonomia no seu processo de aprendizagem e o interesse pela disciplina de Química. Nesse sentido, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições da estratégia de Estudos de Caso aliada à História da Ciência para o desenvolvimento da autonomia e da motivação dos estudantes pelo Ensino de Química?

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Becker (2011), o ensino da Pré-escola e dos primeiros anos do Ensino Fundamental foram os que mais evoluíram nos últimos anos, por entenderem a aprendizagem como atividade constitutiva do sujeito, enquanto os demais níveis consideram o ensino como definidor da aprendizagem. Conforme avançam os anos do Ensino Fundamental e Médio, o ensino se torna mais compartimentado e individual, tendo em vista a disciplina a ser estudada. Recebemos uma carga horária semanal e um plano de ensino cheio de conteúdos e, ao final do ano letivo, os alunos precisam “saber” tudo ou a maior parte desses conteúdos. Nesse dilema entre tempo e quantidade de temas a ensinar, os professores, muitas vezes, deixam de provocar a curiosidade dos alunos.

No contexto do Ensino de Ciências, Bueno e Bertoni (2018) colocam que existe uma linha muito tênue, se por um lado esse ensino pode favorecer a aprendizagem de conhecimentos científicos e estimular a capacidade investigativa, reflexiva e crítica dos estudantes, por outro, pode negligenciar o papel desses sujeitos em sala de aula, com reflexos em sua formação para a vida. Nesse sentido, vê-se necessário um ensino que potencialize a autonomia dos estudantes, no qual se olhe para a potencialidade de cada um, valorizando seus ganhos e não suas perdas.

### **A autonomia e a motivação na aprendizagem**

A aprendizagem de conhecimento pode ser diretamente relacionada com o desenvolvimento da autonomia dos alunos. Freire (2000) afirma que a autonomia é a capacidade e a liberdade de construir e reconstruir o que lhe é ensinado. Embora sendo o conceito de liberdade um tema relevante, Freire não ignora a importância do professor, cujo papel, em sua visão, não é o de transmitir conhecimento, mas o de criar possibilidades para que os alunos produzam ou construam seu próprio conhecimento. O estudioso era convicto de que a educação libertadora antecede o desenvolvimento da capacidade do sujeito de elaborar suas próprias representações do mundo, de pensar estratégias para resolução de problemas, assim como aprender a compreender-se como sujeito da história.

Para se chegar à autonomia, alguns fatores estão envolvidos, tais como: o papel do educador e do educando, a consciência da incompletude, a importância da pesquisa. Assim sendo, esses fatores acabam resultando tanto na autonomia do discente quanto do docente. Dessa forma, compreendemos que a perspectiva de Freire (2000) incita a utilização de metodologias investigativas, pois uma das grandes lacunas da educação formal é o fato de os alunos praticamente não serem estimulados a pensarem autonomamente.

O papel ativo do professor favorece que o aluno também desenvolva autonomia na tomada de decisões e na solução de variados problemas que surgirão no seu dia a dia. Um estudante que possui autonomia é um indivíduo proativo, o qual é capaz de solucionar mais fácil e adequadamente um problema, tanto os dentro da escola quanto os fora do contexto educacional, aprendendo a ser crítico no que se relaciona ao que pensa e ao que produz (FREIRE, 2000). No desenvolvimento da autonomia, o educando, conjuntamente com o professor e/ou seus colegas, vai-se responsabilizando por sua aprendizagem. Dessa maneira, o educando deve aprender a se organizar, desenvolvendo métodos de estudo, tais como: tomar notas, pesquisar em materiais de apoio, elaborar relatórios etc. Além disso, precisa gerir seu tempo, definindo prioridades na realização das tarefas propostas, ser reflexivo, crítico frente ao problema dado, testando soluções e realizando escolhas; utilizar os materiais disponíveis, assim como fontes diversas de informação.

Buscando olhar o indivíduo como um todo, Feuerstein, segundo Bueno e Bertoni (2018), considera que a modificabilidade do ser acontece no todo e varia sempre que ele interage com alguma interferência que exija certo grau de mudança. O processo de modificabilidade é um movimento contínuo na relação ensino e aprendizagem, à medida que fatores externos exigem um novo comportamento, desconsiderando a inteligência fixa e intransponível, mas constantemente modificável pelas influências do meio. À vista disso, o professor tem papel fundamental na modificabilidade dos alunos, devendo viabilizar as condições ou ferramentas para promovê-las.

A maneira com a qual ensinamos Química em nossas escolas de Ensino Médio requer dos alunos uma série de operações de nível operatório formal para que os conceitos sejam compreendidos e, segundo Sá e Santin Filho (2017), grande parte dos alunos não está nesse nível de desenvolvimento intelectual, permanecendo ainda no nível concreto. Importante ter em conta que, independentemente do estágio em que o indivíduo se encontre (sensório motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal), segundo Piaget (2007), a aquisição de conhecimento dar-se-á pela interação entre o sujeito e o objeto.

Uma vez que essa interação entre sujeito e objeto não ocorra ou não seja efetiva, não teremos uma aprendizagem eficiente, ou seja, será mais uma informação a se perder após um certo tempo. O resultado das interações entre a criança e os objetos, segundo Macedo (1987), são de natureza epistemológica, e fazem um movimento para recuperar a gênese das noções e as diferentes maneiras de estruturação cognitiva, indo de um nível mais simples a um nível mais complexo. Nesse sentido, faz-se necessário um ir e vir de conceitos (objetos), avançar e retomar, até que os alunos sejam capazes de criar bons esquemas mentais para ter o domínio do novo conceito.

Esquemas e modelos mentais estabelecem uma interação dialética de tal forma que, conforme Rodríguez, Caballero e Moreira (2011), para construirmos um modelo mental, precisamos recorrer aos esquemas já construídos. Ainda segundo esses autores, para ocorrer a aprendizagem significativa seria necessária a construção de modelos mentais cada vez mais explicativos frente a novos conteúdos. Esses modelos, por sua vez, dariam lugar a esquemas de assimilação, ou seja, representações mais estáveis. De forma similar, Sá e Santin Filho (2017) trazem que também os materiais de ensino devem ser utilizados nessa perspectiva, as aulas devem ser de tal maneira que o aluno trabalhe, aja, envolva-se e faça.

Para que exista uma prática construtivista na sala de aula, segundo Macedo (2002), é necessário ter uma prática pedagógica com base não apenas na transmissão (e não que ele ignore seu valor em alguns momentos do processo educativo), mas implica também tratar a prática pedagógica como uma investigação, como uma experimentação. Nessa perspectiva, é imprescindível utilizar estratégias metodológicas que possibilitem essa construção do conhecimento por parte do estudante e acreditamos que a Aprendizagem Baseada em Problemas ou *Problem-Based Learning* (PBL) é uma delas.

### A Aprendizagem Baseada em Problemas

A PBL é uma estratégia metodológica de ensino fundamentada na aprendizagem baseada em problemas e uma de suas variantes são os Estudos de Caso. De acordo com Brito e Sá (2010), a PBL originou-se na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente 30 anos e, por muito tempo, ficou restrita à formação de profissionais da área médica. O modelo original de PBL tem como objetivo principal a aprendizagem do assunto científico, já os Estudos de Caso são mais usados para desenvolver habilidades nos estudantes.

Fazendo uso dessa estratégia, possibilitamos ao estudante a compreensão e a inter-relação entre os fatos cotidianos e o conteúdo estudado em sala de aula. Nesse contexto, o professor passa a ser um mediador entre o aluno e a informação, considerando as possíveis soluções e suas consequências. De acordo com Marra et al. (2014), a PBL é um método de ensino no qual a



aprendizagem do aluno ocorre no contexto da resolução de um problema autêntico, possibilitando assim que o aluno apresente um maior desenvolvimento de habilidades do que com aulas expositivas tradicionais.

Na utilização da PBL, os aprendizes têm a oportunidade de trabalhar em grupo e de defender seus pontos de vista dentro da equipe. Conforme Allen, Donham e Bernhardt (2011), na aprendizagem baseada em problemas, os alunos trabalham em grupos colaborativos e aprendem resolvendo problemas complexos e realistas sob a orientação de um corpo docente. Através de análises da comunicação verbal nos grupos, De Grave, Boshuizen e Schmidt (1996) mostram que a interação verbal em um grupo revela apenas a ponta do iceberg dos processos cognitivos em que se baseia. A PBL mostra uma mudança conceitual dos alunos durante a análise do problema. Allen, Donham e Bernhardt (2011) ainda dizem que um aspecto importante do engajamento é a capacidade dos alunos praticarem a aprendizagem ao longo da vida, definindo o que aprender, usando eficientemente o tempo e gerindo os recursos necessários para aprender.

Embora ainda não tenhamos métodos definidos para identificar o quanto a PBL auxilia no aprendizado de conceitos, alguns trabalhos tentam mostrar a eficácia do método na percepção dos alunos. Hommes et al. (2014) mostram que vários estudantes apontam crescimento em sua autoeficácia enquanto se acostumaram com o contexto de aprendizagem PBL. O desempenho dos indivíduos e membros do grupo em um teste também foi um forte indicador de eficiência. Além disso, a avaliação da literatura descreve inúmeros casos documentados de ganhos nessas áreas que podem ser atribuídos a experiências dos alunos com a PBL.

Ainda, quando utilizamos estratégias como a PBL, os conceitos se tornam meios para a utilização da estratégia e deixam de ser o aspecto mais importante. O ensino baseado na PBL pressupõe que os alunos desenvolvam, com auxílio do professor, o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar soluções a situações. Estruturar um ensino por PBL é planejar situações-problema em que os alunos sejam capazes de buscar as estratégias necessárias para resolvê-las.

Já segundo Sá, Francisco e Queiroz (2007), o uso de Estudos de Caso é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Essa estratégia metodológica se torna importante em sala de aula, pois além de possibilitar ao aluno fazer as relações entre conteúdo e cotidiano, pode instigar sua curiosidade, desenvolver seu pensamento crítico e analisar o meio onde vive e as suas ações em relação a esse meio. Essas habilidades vão ao encontro de uma aprendizagem de Química que facilite o desenvolvimento de competências e habilidades e utilize situações problemáticas reais de forma crítica e permita ao estudante desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões.

Nessa lógica, Rodríguez, Caballero e Moreira (2011) definem a aprendizagem como uma relação ou interação triádica entre professor, estudantes e materiais educativos. Nessa relação, delimitam-se as responsabilidades correspondentes a cada um dos sujeitos protagonistas do evento educativo. Uma das responsabilidades do professor é produzir materiais didáticos que atendam seus propósitos educacionais, assim, os Estudos de Caso devem ser construídos de acordo com o conteúdo a ser trabalhado e com os objetivos do professor em relação à aprendizagem dos alunos. Maceno e Guimarães (2013) ressaltam ainda a valorização de situações de aprendizagem que

permitam ao estudante a significação do que aprende, o desenvolvimento de valores e a construção do seu conhecimento, a partir de saberes prévios e da reflexão.

Uma vez que os Estudos de Caso são baseados em assuntos de relevância para a sociedade e contemplam os conteúdos de Química que estão sendo ou já foram estudados, possibilitam aos estudantes, durante sua resolução, analisar a situação, procurar informações sobre ela, mobilizar os conteúdos de Química e, ao final, expor sua solução de forma escrita e falada para a turma e o professor. Eventualmente os Estudos de Caso envolvem aspectos de outras disciplinas, podendo ser assim uma ferramenta de trabalho interdisciplinar.

Contudo, Sá, Francisco e Queiroz (2007) indicam que, para que um caso seja bom, ele deve narrar uma história sem apresentar o final, despertar o interesse pela questão e ter um drama ou um suspense. Outro ponto a considerar, segundo Sá e Queiroz (2009), é que durante a resolução dos Estudos de Caso os estudantes têm a oportunidade de realizar as etapas de identificação e definição do problema; acesso, avaliação e utilização das informações necessárias à solução do problema; e ainda apresentação da solução do problema.

Com essas habilidades desenvolvidas, os alunos poderão utilizá-las em qualquer momento de suas vidas, ao contrário da aprendizagem apenas de conteúdos que ficam restritos ao meio acadêmico. Nessa perspectiva, Rodríguez, Caballero e Moreira (2011) descrevem que, quando aprendemos significativamente, retemos a informação por mais tempo, já quando a aprendizagem é mecânica nossa única possibilidade de uso é reprodutiva e dura por pouco tempo.

Buscando que os estudantes desenvolvam a autonomia no seu processo de aprendizagem e o interesse pela disciplina de Química, propusemos um trabalho utilizando como estratégia metodológica Estudos de Caso sobre fatos importantes da História da Ciência para o desenvolvimento da Química. Aqui cabe ressaltar que, de acordo com Sá e Santin Filho (2017), mais do que saber bem os conteúdos para ter a possibilidade de transmitir ou avaliar corretamente, trata-se de saber para que se possibilite ao aluno participar de uma discussão para compreender e localizar na História da Ciência o ponto correspondente ao pensamento dela e para, a partir daí, formular hipóteses, sintetizando quando for necessário.

Nesse sentido, os Estudos de Caso foram utilizados para trabalhar os conteúdos de Evolução da Química, Modelos Atômicos e Tabela Periódica, no primeiro ano do Ensino Médio regular. Esses conteúdos foram selecionados por entendermos que são a base do currículo de Química do Ensino Médio, sendo utilizados durante os três anos desse nível de ensino. Podemos entender essa estratégia como um apoio para auxiliar na aprendizagem, já que segundo Rodríguez, Caballero e Moreira (2011), ela favorece a aquisição de novos conhecimentos que podem estar relacionados com os assimilados anteriormente. Explicam ainda que os conhecimentos já assimilados atuarão como ideias âncoras para novos conceitos que, ao serem construídos sobre elementos claros e estáveis da estrutura cognitiva, serão mais facilmente compreendidos e retidos.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Utilizamos, nesta pesquisa, a metodologia do tipo qualitativa, já que trabalhamos com a interpretação da fala, da escrita e das ações dos estudantes durante as atividades propostas. De acordo com Lüdke e André (2013), uma pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte

direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento, os dados coletados são predominantemente descritivos, a preocupação com o processo é maior do que com o produto e a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

O estudo se caracterizou como pesquisa-ação, que, de acordo com André (2013), envolve um plano de ação, que se baseia em objetivos, no acompanhamento e controle da ação planejada e no relato concomitante desse processo. Na educação, quando se pretende melhorar a prática, é preciso considerar conjuntamente os processos e produtos. A pesquisa-ação é uma prática reflexiva que aspira a melhorar a concreção dos valores do processo, muito diferente do raciocínio técnico que versa sobre os meios para conseguir um fim (MOREIRA, 2011). O estudo foi desenvolvido durante um semestre letivo e, de acordo com a pesquisa-ação, a proposta foi organizada e dirigida pelos pesquisadores, embora fosse pensada nos alunos como centro do processo.

Os dados foram analisados através de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1999) dos pesquisadores. Segundo Porlán e Martín (1999), o diário de campo é um guia para a reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e seus modelos de referência. Nele buscou-se identificar as atitudes dos alunos frente às atividades propostas.

## PROPOSTA PEDAGÓGICA

Este estudo foi realizado com três turmas do primeiro ano do Ensino Médio do turno da manhã de uma escola pública de Porto Alegre/Brasil. Iniciamos a aplicação dos Estudos de Caso com 81 alunos e terminamos com 69 alunos, dos quais 66 participaram das três atividades. Essa redução do número de alunos pode ter ocorrido em função de abandonos e transferências. Tínhamos com cada turma dois períodos semanais de Química, sendo a primeira autora deste artigo a professora regente das três turmas. Todos os alunos que participaram da pesquisa, ou seus responsáveis, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Esse termo teve por finalidade possibilitar, aos sujeitos da pesquisa, o mais amplo esclarecimento sobre a investigação a ser realizada, para que a sua manifestação de vontade no sentido de participar (ou não) tenha sido efetivamente livre e consciente. Cabe ressaltar que o presente estudo foi realizado durante o ano de 2015, anterior à Resolução n.º 510/2016, que tornou obrigatória a apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa em toda investigação envolvendo seres humanos.

A Escola participava, na época de realização deste trabalho, do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), o que nos possibilitou ter o acompanhamento dos bolsistas do programa nas aulas e nas orientações dos grupos. O PIBID é uma iniciativa da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica. O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvidos por instituições de ensino superior em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino.

As turmas foram numeradas de 1 a 3 e, mesmo o trabalho sendo realizado em pequenos grupos, os alunos foram avaliados de forma individual para investigarmos se, com o uso da estratégia metodológica de Estudos de Caso aliada à História da Ciência, houve evolução dos



estudantes em relação à participação nas aulas de Química e se demonstraram autonomia diante do seu processo de aprendizagem.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, os estudantes puderam utilizar livros didáticos, artigos científicos e o laboratório de informática da escola. Atualmente podemos encontrar praticamente qualquer informação na internet, mas pouco se trabalha no sentido de ensinar os alunos a buscar informações confiáveis. Quando trabalhamos a resolução dos Estudos de Caso e deixamos que os alunos utilizem a internet como ferramenta de pesquisa, estamos mostrando que eles podem encontrar muitas informações na rede, mas precisam ser criteriosos para não acreditar em qualquer informação nela disponibilizada. Além disso, eles acabam assumindo um papel mais ativo no desenvolvimento do seu aprendizado, como sugerem Echeverría e Pozo (1998).

O desenvolvimento das atividades se deu com a aplicação de três séries de Estudos de Caso, utilizando a História da Ciência como ponto de partida. Foram construídas três aulas teórico-expositivas com episódios da História da Ciência e, ao final de cada aula, os alunos receberam um Estudo de Caso para resolver. Os Estudos de Caso utilizados no presente artigo foram elaborados pela primeira autora deste trabalho, que era a professora titular das turmas nas quais as intervenções pedagógicas se sucederam.

O primeiro Estudo de Caso, entregue após a aula sobre a Origem da Química, foi sobre a Teoria do Flogisto. Os Estudos de Caso do segundo bloco foram entregues após a aula sobre a Consolidação da Química e abordavam as tentativas de classificação dos elementos químicos. E o terceiro bloco de Estudos de Caso, sobre as mudanças na Tabela de Mendeleev, foi aplicado após a aula que tratava da Evolução dos Modelos Atômicos e da Tabela Periódica. No Quadro 1, estão apresentados três dos Estudos de Caso recebidos pelos estudantes, um de cada bloco, os demais podem ser encontrados em Piccoli (2016).

#### Quadro 1 – Exemplos de Estudos de Caso utilizados

##### **Estudo de Caso 1: Uma paixão de fogo**

“Os quatro princípios, a água, o ar, o fogo e a terra são princípios simultaneamente das operações do químico e das misturas sobre as quais ele opera. Enquanto instrumentos, são naturais e gerais, sempre envolvidos em todas as operações químicas. Um químico nunca isolará nem caracterizará um elemento como caracteriza um corpo, o elemento não é isolável porque não se pode separá-lo de uma mistura sem desse modo se recriar uma nova mistura. O fogo, ou o calor são então os instrumentos, o flogisto é o elemento que entra na constituição das misturas. O flogisto, enquanto elemento, permite explicar a combustão, bem como as transformações da cal em metal e do metal em cal.” Rouelle (1703-1770).

Pesquise sobre a “teoria do flogisto”, o que esta teoria explicava e onde ela falhava, qual o químico que a questionou e quais foram as proposições dele para mostrar aos químicos da época que ele estava certo.

##### **Estudo de Caso 2.1: Organização dos elementos**

Em setembro de 1860, cerca de 140 químicos chegaram a Karlsruhe para discutir aspectos importantes para a organização da Química. O congresso de Karlsruhe foi o primeiro grande congresso da Química e o ponto de partida de outra história. Alguns dos participantes do congresso elaboraram, nos anos seguintes, sistemas de classificação dos elementos. Imagine que você é Julius Lothar Meyer, pesquise um pouco sobre sua vida e qual foi sua maior contribuição para a química, mostrando as características dessa contribuição.

##### **Estudo de Caso 3.1**

A compreensão da estrutura do núcleo do átomo ganhou amplo terreno com a descoberta da radioatividade. Esta levaria fatalmente à descoberta do nêutron e à constatação de que a carga elétrica positiva nuclear era um parâmetro tão importante quanto o peso atômico. Imagine que você é Moseley e pesquise qual foi a sua descoberta que causou modificações na Tabela de Mendeleev. Procure também em que ano isso ocorreu e quais as modificações causadas na Tabela de Mendeleev.



**Fonte:** Dados da pesquisa.

A avaliação do trabalho se deu através da participação dos alunos durante a resolução das situações-problema e suas apresentações para a turma. Os critérios de avaliação foram baseados nas etapas de resolução dos Estudos de Caso descritas por Sá e Queiroz (2009, p.19):

- a) identificação e definição da situação-problema: o grupo conseguiu ou não identificar a situação problema;
- b) acessar informações necessárias à solução do problema: coletaram informações de várias fontes ou de uma só;
- d) avaliar e utilizar informações necessárias à solução do problema: conseguiram ou não chegar à resposta do problema;
- e) apresentar a solução do problema: conclusão do grupo.

Para cada uma das categorias, mostradas no Quadro 2, foi atribuído um conceito segundo a Escala Natural de Avaliação da Aprendizagem Humana elaborada por Pinto (apud Mc Donald, 2003), na qual a aprendizagem é dividida em 5 pontos: NO = aprendizagem não observável, B = aprendizagem boa, MB = aprendizagem muito boa, QA = aprendizagem quase autônoma e AUT = aprendizagem autônoma. Nesta escala, o conceito Não Observável (NO) não significa que não existiu aprendizagem, mas que, apesar de existir, ela não pode ser mensurada e qualificada. Bom (B) significa que se pode começar a qualificar e a medir a aprendizagem obtida pelo aluno. Muito Bom (MB) ocorre quando existe uma maior intensidade de aprendizagem observável que é mostrada pelos alunos e demonstrada nos instrumentos de avaliação. De acordo com os autores, para um aluno ter aprendizagem Quase Autônoma (QA), ele precisa ter, além de desempenho B ou MB, de 2 a 4 destas características: realizar mais do que o mínimo pedido pelo professor; descrever os conceitos com suas palavras; resolver problemas de forma diferente da mostrada pelo professor; distinguir o essencial do secundário; fluência verbal e ideativa; preferência por lidar com abstrações; facilidade no desempenho das tarefas e tendência para estudar assuntos difíceis e complexos. A aprendizagem Autônoma (A) necessita, além do B ou MB, de 5 a 8 dessas características.



**Quadro 2 – Critérios para a atribuição de conceitos**

Conceitos Critérios	Autônoma (AUT)	Quase autônoma (QA)	Muito Bom (MB)	Bom (B)	Não Observável (NO)
<b>Identificação do problema</b>	Identificaram o problema com facilidade e sem a ajuda do professor	Identificaram o problema, mas buscavam a aprovação do professor a cada etapa	Identificaram o problema com pouca dificuldade	Identificaram o problema com dificuldade e com a ajuda do professor	Não conseguiram identificar o problema, o professor precisou dizer-lhes explicitamente
<b>Acessar informações necessárias à solução do problema</b>	Buscaram informações em várias fontes e analisaram as possíveis soluções	Buscaram informações em várias fontes e questionaram o professor sobre as possíveis soluções	Buscaram informações em apenas uma fonte e buscaram o professor para avaliar se	Coletaram informações, mas não sabiam como usá-las para chegar à solução	As informações coletadas não resolveriam o problema

			chegaram à solução		
<b>Avaliar e utilizar informações necessárias à solução do problema</b>	Após a exploração dos diferentes caminhos definiram a solução	Após a exploração dos diferentes caminhos buscaram o professor para validar a solução	Buscaram a ajuda do professor para chegar a uma solução	Chegaram à resposta do problema, mas não a identificaram	Não apresentaram todos os dados necessários, ou não chegaram à resposta do problema
<b>Apresentar a solução do problema</b>	Apresentaram de forma coerente e usando suas próprias palavras	Apresentaram de forma coerente e mesclando suas próprias palavras com os textos encontrados na pesquisa	Apresentaram de forma confusa, usando as palavras dos textos encontrados na pesquisa, com pouca interpretação dos dados	Apenas leram dados, sem chegar a uma conclusão e, sem chegar à solução do problema	Faltaram à apresentação ou estavam presentes, mas não apresentaram



Fonte: Dados da pesquisa.

A participação dos alunos foi avaliada com base nos conceitos de conteúdos procedimentais e atitudinais, apoiando-se nas ideias de Pozo e Crespo (2009). Os autores consideram como muito importante a resistência ao esquecimento de cada resultado de aprendizagem, pois quando o aluno esqueceu boa parte dos conhecimentos conceituais e procedimentais que aprendeu, com certeza ainda irá perdurar nele uma boa parte das atitudes por meio das quais adquiriu esses conhecimentos já esquecidos. Assim, a participação do estudante em todas as fases da resolução e na comunicação dos resultados é imprescindível. De nada adianta participar apenas em uma das etapas, pois cada etapa tem um objetivo e desenvolve habilidades diferentes das outras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, analisamos as observações realizadas durante a aplicação dos Estudos de Caso. Essas observações foram feitas desde a entrega das atividades aos grupos até a apresentação das resoluções para a turma e registradas no diário de campo. Como a presente pesquisa tem caráter qualitativo, não nos preocupamos apenas com o resultado final, mas com qualquer avanço que os alunos apresentassem durante o processo.

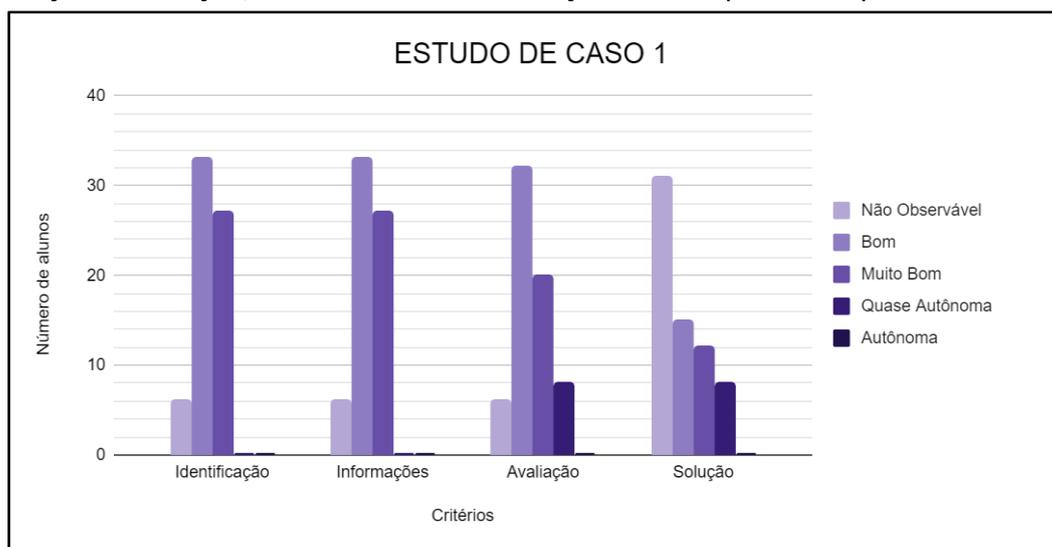
O primeiro contato dos alunos com a metodologia foi com a resolução do Estudo de Caso sobre a Teoria do Flogisto. Iniciamos a aula abordando alguns aspectos da História da Ciência que traziam as possíveis origens da Química e contavam um pouco de seu desenvolvimento até a formulação da Teoria do Flogisto. Nessa parte da história, eles receberam o primeiro Estudo de Caso e as orientações para o desenvolvimento das atividades.

Os educandos foram orientados a formar grupos e após foram levados ao laboratório de informática para a realização da pesquisa e resolução do Estudo de Caso. Durante a busca, eles

questionavam a professora e os bolsistas PIBID para chegar à resposta, mas recebiam como resposta outra pergunta. O objetivo dessa atividade era que os alunos descrevessem a teoria do flogisto, soubessem quem a questionou e como essa pessoa provou que estava certa.

Apesar de na aula destinada para a pesquisa todos os grupos mostrarem o trabalho concluído, muitos alunos faltaram à aula em que deveriam apresentar a resolução, ou decidiram não apresentar. Por essa razão, 31 alunos receberam o conceito “Não Observável” no critério relativo a apresentar a resolução do problema. A turma 1 foi a turma com maior número de grupos ausentes ou que não apresentaram, a turma 2 foi a que apresentou maior número de alunos participantes em todas as etapas. Já na turma 3, mesmo com todos os alunos presentes no dia da apresentação, muitos decidiram não apresentar ou alegaram não estar com o trabalho. Além disso, os grupos que apresentaram tinham respostas superficiais, com informações encontradas em sites mais populares, não indo em busca de informações mais confiáveis para a resolução do Estudo de Caso.

No Gráfico 1, apresentamos o desempenho dos estudantes das três turmas, exibindo o conceito recebido por aluno em cada uma das etapas. Observamos que a maioria dos aprendizes participaram das resoluções em aula, pois nas etapas de identificação do problema, acesso e avaliação das informações apenas 6 alunos não apresentaram aprendizagem observável. Mas por desorganização ou inibição, não trouxeram a resolução ou não quiseram apresentar.

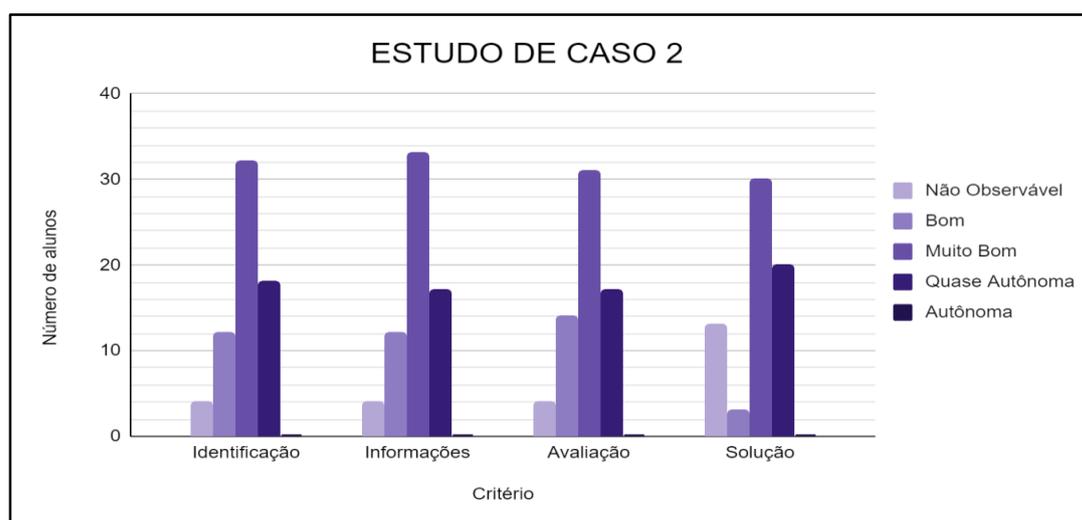


**Gráfico 1** – Desempenho dos estudantes no Estudo de Caso 1. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Uma questão importante de se levantar é a motivação dos alunos em aprender. Muitos estudantes têm baixa autoestima, em virtude de várias reprovações ou de problemas familiares, o que faz com que iniciem o ano letivo, mas não o terminem, ou frequentem as aulas, mas pensam que vão reprovar, então não participam das atividades. Além disso, existe o medo do julgamento do professor e, principalmente, dos colegas sobre o desempenho deles durante a apresentação. Esses aspectos podem estar ligados à autoestima e ao autoconceito dos alunos que, segundo Peixoto e Almeida (2010), são indicadores de desempenho e, no contexto escolar, estão associados positivamente com o rendimento acadêmico, a motivação e a atitude dos estudantes em relação à escola. Nesse sentido, entendemos que, se o aluno pensa que não vai ter bom desempenho na apresentação, prefere não apresentar a ser mal avaliado.

A segunda atividade de Estudo de Caso ocorreu após a aula que abordou alguns aspectos da História da Ciência, que foram de Lavoisier até o Congresso de Karlsruhe na Alemanha. Novamente formaram grupos e, por problemas no serviço de internet, receberam material bibliográfico para a pesquisa em sala de aula. Nesse Estudo de Caso (EC), os alunos deveriam saber quem foi o cientista responsável pela tentativa de classificação dos elementos referida no EC, qual sua maior contribuição para a Química e explicar essa contribuição. Aqui foram utilizados quatro Estudos de Caso diferentes com graus de dificuldade semelhantes.

O Gráfico 2 mostra os resultados dos estudantes na segunda atividade. Comparando os resultados do segundo Estudo de Caso com o primeiro (Gráfico 1), observamos uma melhora na participação dos aprendizes, principalmente nas apresentações, nas quais tivemos redução do número de alunos com conceitos “Não Observável”.



**Gráfico 2** – Desempenho dos estudantes no Estudo de Caso 2. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Nos critérios de identificação do problema e de acesso às informações, começam a surgir conceitos de aprendizagem “Quase Autônoma”, já em avaliação de informações e solução do problema, o número de alunos com esse conceito aumenta. Obtivemos ainda um aumento de aproximadamente 47 alunos participando das apresentações do trabalho, mostrando uma possível melhora na autoconfiança e no domínio do processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Galán, Pastor e Llanç (2019), dentro do currículo escolar de Ensino Médio, há oito competências, entre elas duas estão relacionadas com a autoestima: a competência pessoal e a competência de autonomia e iniciativa. Alguns fatores como êxitos prévios, a percepção do professor sobre a habilidade e o valor do estudante e a aceitação deles num grupo são trazidos por Lee (1986) como contribuições para a melhora dos seus autoconceitos. Isso pode ser observado no desenvolvimento do trabalho quando os alunos apresentam melhora no rendimento e na autonomia durante o processo. Quando resolvem a primeira atividade e se saem bem, têm mais motivação para resolver a segunda e, por consequência, podem ajudar a motivar outros estudantes.

Nesse sentido, Leite e Lima (2015) agregam que o professor deve buscar instrumentos capazes de ajudar a criar um entusiasmo maior com relação ao conteúdo trabalhado, além de estimular o interesse e a motivação do aluno em expressar-se, agir e interagir nas atividades realizadas em sala de aula. Outra forma de modificar as atitudes de certos alunos (por exemplo, um

aluno que não colabora), segundo Pozo e Crespo (2009), é tentar mudar sua filiação grupal, designando-o para outro grupo no qual todos cooperem. Assim, entendemos que estudantes mais motivados e confiantes podem criar uma atmosfera positiva na turma e uma atitude mais propícia para a aprendizagem.

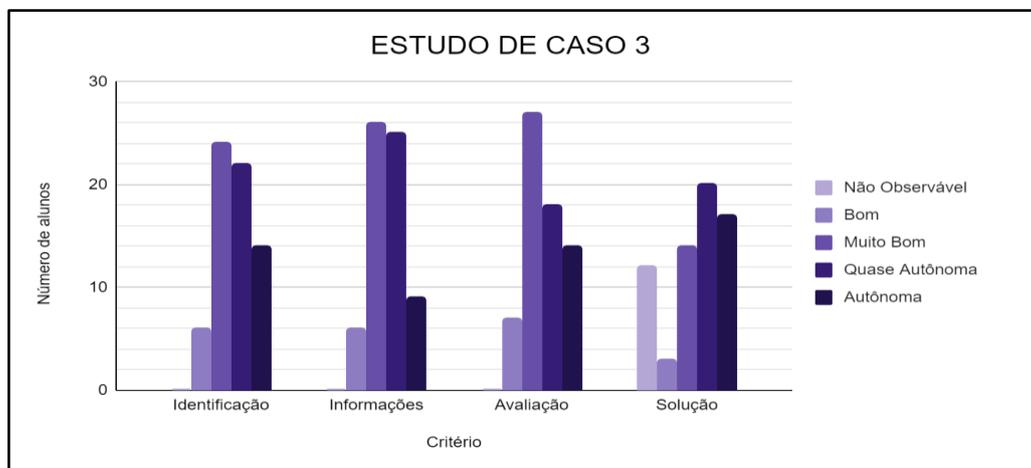
Analogamente, Bueno e Bertoni (2018) descrevem que o ser humano está em constante adaptação, ocorrendo a modificabilidade no todo e variando sempre que o indivíduo interage com alguma interferência que exija de si certo grau de mudança. Dessa forma, quando o professor cria estratégias que produzem nos alunos um movimento em direção a uma aprendizagem ativa, está gerando um espaço modificante que poderá proporcionar crescimento e desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

O terceiro Estudo de Caso ocorreu após a retomada de aspectos da História da Ciência que já tínhamos trabalhado nos Estudos de Caso anteriores e posterior avanço até as teorias sobre os Modelos Atômicos. Aqui se buscava discutir mudanças da tabela de Mendeleev até chegar à Tabela Periódica ‘atual’. Além disso, relativizar a ‘atualidade’ e mostrar que, mesmo sendo ‘atual’, ela continua passando por pequenas modificações, conforme elementos artificiais são criados ou novos conceitos são incorporados a ela.

Com o desenvolvimento dessa etapa, os aprendizes puderam conhecer a organização da Tabela Periódica atual e identificar alguns dados que podem ser extraídos dela e que seriam utilizados por eles no seguimento dos conteúdos de Química do Ensino Médio.

Novamente os alunos formaram grupos e receberam material para a pesquisa bibliográfica em sala de aula. Foram utilizados cinco Estudos de Caso diferentes, nos quais os alunos precisavam resolver a situação proposta por meio de pesquisas baseadas nas mudanças ocorridas na Tabela de Mendeleev para que ela chegasse ao formato que tem hoje.

O Gráfico 3 expressa os resultados das três turmas na terceira atividade. Comparando os resultados do primeiro para o segundo e do segundo para o terceiro Estudo de Caso, observamos uma melhora geral na participação dos alunos, principalmente nas apresentações. Mesmo que do Estudo de Caso 2 para o 3 o número de educandos com conceitos “Não Observável” tenha reduzido menos (apenas 1 aluno de diferença), também tivemos alunos com conceitos de “Aprendizagem Autônoma”.



**Gráfico 3** – Desempenho dos estudantes no Estudo de Caso 3. **Fonte:** Dados da pesquisa.

Observamos ainda, no Gráfico 3, que o conceito B apresenta uma redução, mostrando que, com a continuidade da aplicação da estratégia, os alunos se tornaram mais seguros e autônomos no processo, participando das atividades com mais autossuficiência. A turma que mais se destacou durante a aplicação da pesquisa foi a turma 2, que teve o maior percentual de participação nas três atividades.

A vivência de processos de resolução de problemas, para Lopes (1994), pode gerar na formação científica dos estudantes processos como formulação de hipóteses, controle de variáveis e principalmente a persistência. Esse prognóstico pode ser evidenciado quando observamos que 66 dos 69 alunos participaram das três atividades propostas, as quais foram desenvolvidas durante todo um semestre e que, antes disso, tinha-se muita rotatividade de alunos nas aulas de Química e pouca participação nas atividades propostas.

Nesse viés, Sá e Santin Filho (2017) relacionam a Epistemologia Genética de Piaget com a escola e consideram que ela pode dar suporte para combater o imediatismo do fazer na escola, concebendo o espaço escolar como um espaço histórico e científico no qual o sujeito é valorizado à medida que o objeto também o é. Entendemos que hoje a sociedade em geral busca resultados imediatos em todas as esferas e, como na educação eles são mais demorados e trabalhosos, podem acabar por desmotivar os estudantes. Portanto, desenvolver a persistência dos alunos no processo de ensino e aprendizagem é de fundamental importância para manter a motivação e alcançar bons resultados.

Na visão da neuroeducação, segundo Aros (2019), o papel do professor se modifica de acordo com as necessidades fisiológicas e de ensino que o estudante apresenta, sendo gerado pela relação dinâmica do saber de ambos e por uma participação ativa na aprendizagem de um ser social. Como seres sociais, Vasquez (2019) ressalta que o vínculo entre professor e aluno é o primeiro passo para avançar a uma aprendizagem significativa, na qual se tenha um espaço seguro que gere o desenvolvimento da empatia, da cooperação e do trabalho em equipe. Percebemos, durante a aplicação da proposta, que a relação entre a professora e os alunos melhorou com a variação das estratégias metodológicas utilizadas e isso também pode ter refletido no aumento da participação dos alunos nas atividades.

Da mesma forma, Vasquez (2019) descreve que o vínculo também se estabelece nesse *feedback* cotidiano, no qual mostramos aos alunos onde achamos que eles podem chegar, valorizando seus esforços e criando um ambiente no qual o erro será bem acolhido e analisado como meio para inovar, arriscar-se, enfrentar problemas, criar e avançar. Aqui podemos enfatizar o *feedback* frequente por parte da professora como um dos aspectos mais importantes que propiciaram a melhora na participação dos alunos.

Uma vez que os estudantes não são mais avaliados apenas com provas e que recebem retroalimentação ao término de cada atividade, têm a oportunidade de trabalhar para alcançar os objetivos de forma mais prática e eficaz. Corroborando com Silva-Escoria e Mejía-Pérez (2015) quando falam que construir uma planilha de objetivos alcançados, valorizar todo o processo em vez de apenas o resultado final, destacar os acertos, definir metas e objetivos claros e alcançáveis ajudam a manter os estudantes motivados no processo de ensino e aprendizagem.

Sob o mesmo ponto de vista, Trinidad, Hernández e Forés (2019) descrevem que existem três agentes imprescindíveis para se aprender: prazer, necessidade e curiosidade. Nesse sentido,

Rodríguez, Caballero e Moreira (2011) definem que a aprendizagem significativa deve ser um desafio individual e coletivo que propicia satisfação frente à conquista dessas aprendizagens, seu significado e suas possibilidades de uso, gosto por construí-la e melhora na autoestima. Além disso possibilita o crescimento cognitivo de quem aprende, que é acompanhado pelo crescimento afetivo na medida que motiva e predispõe na direção de novos aprendizados. Assim, quanto melhor o desempenho do aluno nas atividades, mais ele vai se dedicar para seguir com o bom desempenho e continuar a vivenciar a satisfação de suas conquistas, e ainda fortalece o vínculo entre o docente e o discente.

Outro aspecto a se considerar é que o grau de dificuldade das atividades propostas cresceu da primeira para a terceira atividade, fazendo com que os alunos precisassem se mobilizar, cada vez mais, para resolvê-las e de igual forma conseguiram mostrar melhora no rendimento. Echeverría e Pozo (1998) afirmam que os especialistas em resolver problemas costumam investir menos tempo do que os principiantes na sua solução, já que os conhecimentos prévios disponíveis lhes permitem reconhecer com facilidade as características essenciais do problema e aplicar procedimentos de solução adequados.

Os alunos, em geral, não apresentaram os mesmos conceitos em todos os critérios de avaliação, o que corrobora com o relatado por Zabala e Arnau (2010) que as pessoas não são simplesmente competentes, mas sim em cada situação demonstram um maior ou menor grau de competência para resolvê-las de forma eficaz. Ainda, ao analisarmos os registros do diário de campo, foi possível perceber nos alunos maior autonomia e independência nas aulas, tanto em atividades de Estudos de Caso quanto em outros tipos de atividades.

Como pudemos observar, a metodologia de Estudos de Caso está intimamente ligada à autonomia dos educandos, uma vez que autonomia é a capacidade de se autogovernar, de tomar decisões próprias, de ser crítico e reflexivo. Para a construção da autonomia, Freire (2000, p. 121) afirma que ela precisa “estar centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade, vale dizer, em experiências respeitadas da liberdade”. Acreditamos que os estudantes possam ter desenvolvido o senso crítico próprio com o objetivo de contribuírem com o mundo ao seu redor de uma maneira colaborativa e positiva.

Nós, como educadores, devemos motivar os educandos, envolvendo-os e fazendo com que eles desenvolvam as capacidades de agir, pensar e se posicionar, deixando de lado, sempre que possível, a maneira tradicional de simplesmente transmitir conteúdo. Freire (2009, p. 278) acredita que não é função da escola apenas apresentar aos seus estudantes as informações reconhecidamente importantes para a aprendizagem, da mesma forma, tem o dever de “favorecer a independência, a autonomia e a criatividade dos alunos”.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi analisar uma experiência da utilização da estratégia metodológica de Estudos de Caso aliada à História da Ciência e investigar se essa metodologia foi capaz de contribuir para que os alunos desenvolvessem a autonomia no seu processo de aprendizagem e o interesse pela disciplina de Química. Nesse sentido, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições da estratégia de Estudos de Caso aliada à



História da Ciência para o desenvolvimento da autonomia e da motivação dos estudantes pelo Ensino de Química?

O fato de a pesquisadora ser a professora titular da turma reporta-nos à importância de o professor da educação básica assumir a postura de pesquisador de sua própria prática docente, avaliando e reavaliando a sua prática, suas metodologias e os resultados obtidos com elas, a fim de qualificar, cada vez mais, a aprendizagem dos educandos. Desta forma possibilita a melhora do seu fazer docente, de seus contextos escolares e pode produzir novos conhecimentos pedagógicos, já que tal produção não pode ser exclusividade da academia.

Com a aplicação dos Estudo de Caso, observamos evolução, primeiro em relação à participação dos alunos nas aulas de Química e, segundo, em relação à autonomia dos aprendizes. Isso se deve ao fato de o Estudo de Caso ser um método que possibilita aos educandos a alternativa de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos constantes em narrativas que apresentam situações reais ou simuladas com complexidade apropriada ao público a que se destina. Essas narrativas abordam dilemas vivenciados por indivíduos que possuem a necessidade de tomar importantes decisões a respeito de determinadas questões, as quais podem ser multidisciplinares ou específicas de alguma área do conhecimento. Além disso, observamos a interação da docente com a metodologia de Estudos de Caso, alterando a rotina e a dinâmica de trabalho, mostrando que houve melhora no processo de ensino e aprendizagem no que tange à participação e à autonomia dos educandos.

Cabe, portanto, ao docente ser o tutor desse processo, motivando, auxiliando os aprendizes a buscarem soluções, a refletirem, levando-os a discutirem, indagarem, chegarem a conclusões, enfim, a serem autônomos. Dessa forma, o professor coloca o aluno como o grande responsável pela construção do conhecimento em um processo em que o aprendiz possui maior autonomia e participação, o que colabora para sua autoconfiança e autoestima nos estudos.

Com o decorrer da aplicação, os alunos já não ficavam tão dependentes da professora, já sabiam como a metodologia funcionava e iam em busca das informações necessárias sozinhos, questionando a professora apenas quando chegavam a um resultado. Podemos concluir, portanto, que a utilização da estratégia metodológica de Estudos de Caso propiciou a melhora dos resultados dos alunos nas avaliações, na sua participação em aula e em sua atitude frente ao processo de ensino e aprendizagem, mostrando-se mais motivados.

## Referências

- ALLEN, D. E.; DONHAM, R. S.; BERNHARDT, S. A. Problem-based learning. **New directions for teaching and learning**, v. 2011, n. 128, p. 21-29, 2011.
- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. São Paulo: Papirus, 2013.
- AROS, J. M. G. Experiencia 8 – El rol del profesor dentro de la perspectiva de la neuroeducación. In: LLUCH, L; NIEVES, I. V. (Org.). **El ágora de la neuroeducación: La neuroeducación explicada y aplicada**. 1ed. Barcelona: Octaedro, p. 203-210, 2019.
- BECKER, F. **O caminho da aprendizagem em Jean Piaget e Paulo Freire: Da ação à operação**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.
- BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sociocientíficas com alunos do ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.

- BUENO, A. J. A.; BERTONI, D. A prática pedagógica de um professor de ciências sob o olhar de Reuven Feuerstein. **Revista Ciências & Ideias**, v. 9, n. 3, 46-60, 2018.
- DE GRAVE, W. S.; BOSHUIZEN, H. P. A.; SCHMIDT, H. G. Problem based learning: Cognitive and metacognitive processes during problem analysis. **Instructional science**, v. 24, n. 5, p. 321-341, 1996.
- ECHVERRÍA, M. D. P. P.; POZO J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- FREIRE, L. G. L. Autorregulação da aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 2, p. 276-286, jul. 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.
- GALÁN, A. T.; PASTOR, S. L. e LLANCH, M. C. Experiencia 6 – El trabajo de la autoestima y los valores en el aprendizaje basado en proyectos en Secundaria. In: LLUCH, L.; NIEVES, I. V. (Org.). **El ágora de la neuroeducación: La neuroeducación explicada y aplicada**. 1ed. Barcelona: Octaedro, p. 187-192, 2019.
- HOMMES, J. et al. Understanding the effects of time on collaborative learning processes in problem-based learning: a mixed methods study. **Advances in Health Sciences Education**, v. 19, n. 4, p. 541-563, 2014.
- LEE, D. The effect of two methods of affective education on self-concept in seventh-grade students. **The School Counselor**, n. 18, p. 123-134, 1986.
- LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 96, n. 243, p. 380-398, 2015.
- LOPES, B. J. **Resolução de problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: LDA, 1994.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2013.
- MACEDO, L. Para uma aplicação Pedagógica da Obra de Piaget: Algumas Considerações. **Caderno de Pesquisa**, n. 61, p. 68-71, 1987.
- MACEDO, L. **Ensaio construtivistas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.
- MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. A inovação na área de Educação Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 48-56, 2013.
- MARRA, R. M.; JONASSEN, D. H.; PALMER, B.; LUFT, S. Why Problem-Based Learning works: theoretical foundations. **Journal on Excellence in College Teaching**, n. 25, p. 221-238, 2014.
- MC DONALD, B. C. A escala natural de avaliação da aprendizagem humana. **Educação em Debate**, n. 45, p. 18-31, 2003.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- PECORE, J. L. Beyond beliefs: Teachers adapting Problem-based Learning to pre-existing systems of practice. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, n. 2, v. 7, p. 7-33, 2013.
- PEIXOTO, F.; ALMEIDA, L. S. Self-concept, self-esteem, and academic achievement: Strategies for maintaining self-esteem in students experiencing academic failure. **European Journal of Psychology of Education**, v. 25, n. 2, p. 157-175, 2010.
- PEREIRA, M. L. N. Autoestima: un factor relevante en la vida de la persona y tema esencial del proceso educativo. **Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"**, v. 7, n. 3, p. 1-27, 2007.
- PIAGET, J. **Epistemologia Genética**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- PICCOLI, F. **Aprendizagem baseada em problemas: uma estratégia para o ensino de Química no ensino médio**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, 2016.
- PORLÁN, R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula**. Sevilla: Diada Editorial, 1999.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- RODRÍGUEZ, M. L. P.; CABALLERO, C. S.; MOREIRA, M. A. Aprendizaje Significativo y formación del profesorado. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 1, p. 58-83, 2011.
- SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em Química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, mar. 2007.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de Caso no ensino de Química**. Campinas: Átomo, 2009.
- SÁ, M. B. Z.; SANTIN FILHO, O. Alguns aspectos da obra de Piaget e sua contribuição para o Ensino de Química. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 1, p. 190-204, 2017.

SCHNETZLER, R. P. A importância da investigação-ação no desenvolvimento profissional docente: critérios para sua adoção em teses de doutorado em Educação. **Educação Química em Punto de Vista**, v.3, n.2, p. 1-14, 2019.

SILVA-ESCORIA, I.; MEJÍA-PÉREZ, O. Autoestima, adolescência e pedagogia. **Revista Electrónica Educare**, v. 19, n.1, p. 241-256, 2015.

TRINIDAD, C.; HERNÁNDEZ, T.; FORÉS, A. El futuro de la neuroeducación o algunas preguntas para futuras respuestas. In: LLUCH, L; NIEVES, I. V. (Org.). **El ágora de la neuroeducación: La neuroeducación explicada y aplicada**. 1ed. Barcelona: Octaedro, p. 227-236, 2019.

VÁZQUEZ, M. L. Importancia del vínculo en el aprendizaje y calidad de vida: nacidos para conectar y compartir. In: LLUCH, L; NIEVES, I. V. (Org.). **El ágora de la neuroeducación: La neuroeducación explicada y aplicada**. 1ed. Barcelona: Octaedro, p. 43-52, 2019.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

## RESUMO

Neste artigo temos o objetivo de analisar uma experiência da utilização da estratégia metodológica de Estudos de Caso aliada à História da Ciência e investigar se essa metodologia é capaz de contribuir para que os alunos desenvolvam autonomia no seu processo de aprendizagem e interesse pela disciplina de Química. Utilizamos uma sequência de três Estudos de Caso sobre História da Ciência em três turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Porto Alegre/Brasil. Os dados foram analisados através de registros no Diário de Campo dos pesquisadores. Para análise dos dados, utilizaram-se os princípios da análise qualitativa. Os resultados evidenciaram que a utilização de Estudos de Caso, baseada na História da Ciência, favoreceu o desenvolvimento da autonomia e propiciou a participação ativa dos alunos nas aulas de Química.

**Palavras-chave:** Estudos de Caso; História da Ciência; autonomia; motivação; Ensino Médio de Química.

## RESUMEN

En este artículo pretendemos analizar la aplicación de Estudios de Caso sobre la Historia de la Ciencia en clases de primero año de la Enseñanza Secundaria de un colegio público de la ciudad de Porto Alegre/Brasil. El objetivo de esta investigación fue utilizar la Historia de la Ciencia junto con la estrategia metodológica de Estudios de Caso para desarrollar la autonomía en el proceso de aprendizaje y el interés de los estudiantes por las clases de Química. Los datos fueron analizados partiendo de los registros de los investigadores en su Diario de Campo. Para la evaluación de los datos fueron usados los principios del análisis cualitativo. Los resultados evidenciaron que el uso de Estudios de Caso sobre la Historia de la Ciencia fue favorable para el desarrollo de la autonomía y la participación activa de los estudiantes en las clases de Química.

**Palabras clave:** Estudios de Caso; Historia de la Ciencia; autonomía; motivación; Enseñanza Secundaria de Química.

