

“A DOENÇA DE MILENA”: UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE QUÍMICA

“MILENA'S DISEASE”: A CASE STUDY IN CHEMISTRY TEACHING.

Eric Souza Sales  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ ericsouzasales@gmail.com

Flávia Maria Teixeira dos Santos  

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

✉ flavia.santos@ufrgs.br

RESUMO: Este trabalho relata a utilização da metodologia de Estudo de Caso em duas turmas de Ensino Técnico no Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS). Durante a implementação foram produzidos os dados, mediante as anotações em diário de campo do professor-pesquisador referentes ao uso da metodologia de Estudos de Caso, a autoavaliação por meio de um questionário tipo Likert, a socialização das soluções dos alunos para os problemas e suas reflexões, que foram analisados qualitativa e quantitativamente. As soluções propostas para o caso foram organizadas em quatro categorias: identificação e definição do problema; levantamento de questões; pesquisa bibliográfica; emprego dos conceitos químicos na solução do problema, e soluções apresentadas. As análises revelaram que os estudantes utilizaram mais de uma estratégia para resolver o problema e estes relatam que aprenderam novos conhecimentos destacando as diferenças com outras metodologias utilizadas.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo de Caso. Metodologia de Ensino. Ensino de Química.

ABSTRACT: This paper reports the use of the Case Study methodology in two classes of Technical Education at the Federal Institute of Rio Grande do Sul (IFRS). During the achievement, the data for the analysis were collected. The teacher-researcher's notes regarding the use of the Case Study methodology, the self-assessment through a Likert-type questionnaire, the socialization of students' solutions to the problems and their reflections were analyzed qualitatively and quantitatively. The proposed solutions were organized in four categories: Identification and definition of the problem. Survey of questions; Bibliographic research; Use of chemical concepts in the solution of the problem; Solutions presented. The analyses showed that the students used more than one strategy to solve the problem and they had the impression that they learned new knowledge emphasizing being different from other methodologies.

KEY WORDS: Case Study, Teaching Methodology, Chemistry Teaching.

Introdução

Na contemporaneidade o valor de uma sociedade está diretamente ligado ao nível de formação de seus cidadãos e sua capacidade de inovação (OCDE, 2006). As novas tecnologias, principalmente aquelas baseadas no acesso à informação, permitiram a rápida propagação do conhecimento, trazendo consigo novos desafios e a necessidade de se repensar a forma como nos relacionamos, organizamos e aprendemos (Marcelo, 2001). As habilidades de tomada de decisões, argumentação e trabalho em equipe são fundamentais para o desenvolvimento social e a escola possui papel central na construção dessas habilidades (Duit, 2006).

As metodologias de ensino por investigação são possibilidades de superação do modelo de educação propedêutico, centrado na transmissão de conteúdos científicos desconectados da vida dos estudantes, sobretudo nas aulas de Ciências da Natureza. As abordagens investigativas buscam promover a alfabetização/letramento científico dos estudantes, ou seja, o contato e a

inserção destes na cultura científica escolar através de práticas pedagógicas similares às práticas utilizadas pela Ciência, que envolvem o pensamento lógico, a observação e levantamento de hipóteses, a coleta e manipulação de dados, argumentação e compartilhamento de ideias e análises, entre outras habilidades (Sasseron & Carvalho, 2011; Carvalho, 2018). O que se propõe, nas palavras de Carvalho (2013, p. 6), é a criação de “um ambiente investigativo em nossas aulas de Ciências, de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico, para que eles possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica”. Compreendemos que a alfabetização científica é um processo contínuo de construção e aperfeiçoamento, que para ser alcançado, precisa ser permanente e consistente ao longo da vida social e escolar dos estudantes (Sasseron, 2013, 2015).

A metodologia de Resolução de Problemas visa à introdução de conceitos científicos através da aplicação de problemas que envolvem a realidade do estudante, marcadamente orientada pela investigação científica (Echeverría & Pozo, 1998). Consiste na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento. O ensino baseado na Resolução de Problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e desafiadoras (Pozo & Crespo, 1998).

O método de Estudo de Caso (EC) é uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) (Clement, 2010; Hmelo-Silver, 2004). Ao contrário do método de Resolução de Problemas, que preza pela aprendizagem do assunto científico, os Estudos de Casos são comumente utilizados para ensinar habilidades para tomada de decisão a profissionais. Dessa maneira, o método de Estudo de Caso possui ampla aplicação no Ensino Superior e profissional (Sá, Francisco & Queiroz, 2007).

No presente estudo buscamos compreender quais são as potencialidades da metodologia de EC no ensino de química na formação profissional de estudantes do ensino técnico, particularmente, qual a implicação dessa metodologia no desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita, interpretação de textos e trabalho em equipe.

O contexto de realização das atividades foram duas turmas de nível médio, dos cursos técnicos de Administração e Informática (ADM2 e INF3) do IFRS - Campus Canoas ambas cursando a disciplina que Química II, que contou com a participação de 57 estudantes, durante o período de 27/09 a 06/12/2016. De um modo geral, o perfil dos alunos apresenta similaridades: são turmas relativamente grandes para o Instituto Federal, formadas por alunos com idade entre quinze e dezoito anos. A maior parte deles teve formação em Ensino Fundamental em escolas particulares e possui pais presentes e atuantes na educação dos filhos. A turma de Administração (ADM2) é composta por trinta e três estudantes, sendo a maioria do sexo feminino. A turma de Informática (INF3) é composta por vinte e quatro estudantes, sendo apenas uma estudante do sexo feminino. Os perfis das turmas diferem quanto à predominância de interesses pelas Ciências Exatas (INF3) ou Sociais (ADM2). Além disso, parte dos estudantes participa de atividades extracurriculares dentro do Instituto, como por exemplo, projetos de pesquisa, cursos de dança, teatro, xadrez. Outros realizam de estágios externos, compondo parte do currículo obrigatório do curso de Administração.

A Aprendizagem Baseada em Problemas e os Estudos de Caso Em Química

A metodologia de EC teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente 40 anos e por muito tempo ficou restrita à formação de profissionais da área médica. Trata-se de uma metodologia desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais, antes de alcançarem os semestres finais do curso (Moon &

Trepper, 1996). O método logo se difundiu pelas faculdades de Medicina de diversos países e depois por outros cursos de graduação e pós-graduação. No Brasil, foi adotada prioritariamente nos cursos de Medicina, Direito, Administração, Economia e em uma proporção menor nos cursos de Ciências, no Ensino Superior (Sá, Francisco & Queiroz, 2007; Borochovicus & Tortella, 2014). Recentemente, alguns estudos vêm sendo realizados com a aplicação dessa metodologia na Educação Básica (Faria & Reis, 2016; Souza, Rocha & Garcia, 2012; Pazinato & Braibante, 2014).

A utilização de EC no ensino de Química está evidenciada nos trabalhos apresentados em congressos e artigos publicados em revistas da área de Educação em Ciências, principalmente no final dos anos 90. A popularização dessa metodologia de ensino na área da Química deve-se principalmente aos periódicos *Journal of Chemical Education*, *The Chemical Educator* e *Chemistry Education Research and Practice*.

No Brasil, Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos (GPEQSC) da Universidade de São Paulo é um dos principais divulgadores e promotores de experiências envolvendo a metodologia de EC em Química. O GPEQSC produziu casos abordando questões sociais e científicas para aplicação em disciplinas do curso superior de Química com o objetivo de desenvolver habilidade de comunicação e oral e capacidade de investigação e pesquisa científica (Sá, Francisco & Queiroz, 2007).

É importante destacar o papel da metodologia de EC na Educação Superior em Química, principalmente no que diz respeito à formação inicial e continuada de professores. Nesse aspecto, os EC contribuem para aproximação entre o conteúdo químico e discussões de cunho social, abordando dilemas que trazem uma profunda contextualização para dentro de sala de aula (Sá, Francisco & Queiroz, 2007; Pinheiro, Medeiros & Oliveira, 2010).

Os trabalhos que trazem uma discussão sobre a utilização de EC na Educação Básica, geralmente avaliam a percepção de professores em formação e dos estudantes quanto às potencialidades da metodologia (Faria & Reis, 2016; Souza, Rocha & Garcia, 2012; Pazinato & Braibante, 2014; Silva, Oliveira & Queiroz, 2011).

As pesquisas destacam a importância dessa metodologia na formação de professores pesquisadores, aptos a intervir na escola, interagindo com os estudantes, propondo ações e, sobretudo, refletindo sobre a prática docente (Souza, Rocha & Garcia, 2012). Quanto aos estudantes, é perceptível o estímulo ao desenvolvimento de habilidades como leitura, pesquisa, escrita, interpretação, argumentação, criatividade, tomada de decisão, raciocínio, comunicação oral e solução de problemas. Essas habilidades convergem para aquelas que são reconhecidas pelos documentos curriculares oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 2000) e Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017), enquanto essenciais para a formação humana dos estudantes (Faria & Reis, 2016).

Fundamentos e estratégias

A metodologia de EC estrutura-se em casos com uma problemática, oferecendo aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas. Segundo Herreid (1997, 1998) trata-se de narrativas com situações hipotéticas ou verdadeiras sobre personagens que vivem dilemas e requerem uma tomada de decisão. Nem sempre os casos apresentam uma única solução, pois podem estar relacionadas questões sociais, emocionais, éticas ou políticas.

Para a utilização de EC e desenvolvimento de uma estrutura didática, são sugeridas algumas estratégias como aula expositiva, discussão, atividades em pequenos grupos (Sá, Francisco & Queiroz, 2007). Atividades que podem ser trabalhadas de maneira isolada, com a adoção de

apenas um método, ou de forma integrada, quando o professor faz a utilização de mais de um formato ou com alguma modificação.

O que se destaca na metodologia são os diferentes papéis que estudantes e professores desempenham. O estudante assume um papel ativo, sendo o responsável pelo desfecho da narrativa. Ele deve procurar uma causa para o problema, elaborar e propor uma estratégia, uma solução que julgue viável. Por outro lado, o professor desempenha o papel de orientar o processo de resolução e mediar as discussões geradas, instigando o debate e permitindo que as relações entre o tema e o conteúdo façam sentido para o estudante (Faria & Reis, 2016; Sá, Francisco & Queiroz, 2007).

Observa-se uma tendência na literatura de formulação de casos que abordam a temática de problemas ambientais na Educação Básica (Souza, Rocha & Garcia, 2012; Silva, Oliveira, & Queiroz, 2011; Pazinato & Braibante, 2011). Salienta-se o apelo dessa metodologia quanto a sua contribuição para desenvolvimento cidadão (Faria & Reis, 2016).

Sobre as possibilidades da utilização de EC na Educação Básica, destacam-se algumas categorias: dinâmica da atividade e atuação mais ativa do estudante em seu processo de aprendizagem; estímulo ao desenvolvimento de habilidades como desenvolvimento da leitura, pesquisa, escrita, interpretação, argumentação, criatividade, tomada de decisão, raciocínio, comunicação oral e solução de problemas; e, a abordagem de conceitos científicos contextualizados, polêmicos e próximos a realidade do estudante, englobando questões éticas, culturais ou ambientais permite que os estudantes utilizem os conhecimentos científicos para entender e se manifestar no mundo.

Metodologia

A proposta foi planejada para ser desenvolvida em dezoito horas-aula e os conteúdos programáticos selecionados foram: Equilíbrio Químico e Termoquímica. A organização dessas aulas consistiu em cinco etapas: Diagnóstico inicial e Organizador prévio; Construção do Caso; Sequência Didática; Avaliação da Qualidade das Resoluções e Autoavaliação. A análise dos resultados obtidos na proposta foi realizada mediante análises qualitativas e quantitativas, como será apresentado de forma pormenorizada a seguir.

Diagnóstico Inicial e Organizador prévio

Inicialmente, procedeu-se com a aplicação de um questionário para produção de dados dos estudantes. Esse questionário serviu para levantar a realidade dos alunos e seus interesses dentro e fora do ambiente escolar¹. Após o diagnóstico inicial das turmas, o professor-pesquisador organizou uma atividade inicial contemplando o conteúdo de Equilíbrio Químico. Essa atividade consistiu na resolução de uma situação problema intitulada “Concurso: o Futuro da Água”, que serviu como um organizador prévio para a metodologia do caso.

Construção do Caso

Para a construção do caso, o professor-pesquisador iniciou seu trabalho estabelecendo a temática a ser abordada no conteúdo de termoquímica. O tema alimentação, energia e saúde foi escolhido em virtude do forte apelo midiático e social dessas questões, além do resultado do questionário de coleta de dados e interesses dos estudantes. A escolha da abordagem dessa temática a partir da perspectiva de uma personagem diabética foi devido à proximidade que alguns estudantes e o professor-pesquisador tem a essa doença, em casa ou em parentes próximos. Diabetes é uma doença crônica que aflige, atualmente, cerca de 16 milhões de pessoas no Brasil, segundo estimativa da *International Diabetes Federation* (2017). Um número alto que não distingue idade, gênero ou classe social. Além disso, o professor-pesquisador é

portador de *Diabetes Mellitus* há 24 anos e possui conhecimento dos tratamentos e dilemas que a doença envolve. Nesse aspecto, é importante ressaltar a importância da pesquisa pelo professor-pesquisador. É necessário dominar o assunto e sua aplicabilidade para as possíveis discussões em aula.

Para elaboração da atividade, foram seguidas as recomendações de Herreid (1998). A Figura 1 ilustra os principais elementos que compõe um bom EC, indicando-os no caso elaborado para este trabalho.

A narrativa começa chamando atenção para um problema de saúde que atinge parte da população brasileira, trazendo alguns elementos que explicam do que se trata a doença, como por exemplo, sua classificação, sintomas e riscos.

No segundo parágrafo é feita a ambientação e apresentado o personagem principal, a estudante Milena. Esse ponto é importante, pois a empatia entre os personagens e o estudante pode estar presente. É essa empatia que provoca e motiva o estudante a buscar uma solução, incentivando a sua imersão à narrativa (Souza, Rocha & Garcia, 2012).

Observa-se na literatura que existem muitas formas de apresentar o caso de maneira atrativa e os diálogos são partes fundamentais para compor uma boa narrativa. Dessa forma, são apresentados diálogos em forma de cartas, conversas, mensagens por chat, etc. (Souza, Rocha & Garcia, 2012; Pazinato & Braibante, 2014). Porém, poucos exemplos traziam no diálogo elementos contemporâneos aos estudantes da Educação Básica. Dessa forma, montamos o caso utilizando um aplicativo de celular e a linguagem a ele associada como modo de introduzir um diálogo mais atrativo.

Por fim, o enunciado do caso convida os estudantes a encontrar soluções para os dilemas e conflitos envolvidos na doença de sua colega fictícia (Milena).

Figura 1: O Caso "A Doença de Milena" e a identificação dos elementos que compõe um bom caso.

Um bom caso deve ser atual.

Um bom caso deve ser relevante para o leitor.

Estudo de Caso: A Doença de Milena

Disciplina: Química
Professor: Eric S. Sales

Diabetes é uma doença cada vez mais prevalente no mundo. Só no Brasil, afeta cerca de 15 milhões de pessoas. Existem dois grandes tipos de diabetes: a Tipo 1, com incidência prevalente em jovens, e a Tipo 2, comum em pessoas de idade mais avançada. Cada uma delas possui a própria causa e tratamento, embora os sintomas e complicações sejam comuns aos dois. A falta de acompanhamento médico e tratamento podem levar a sérios problemas e, em casos drásticos, a morte.

Um bom caso cria empatia com os personagens.

Um bom caso conta uma história.

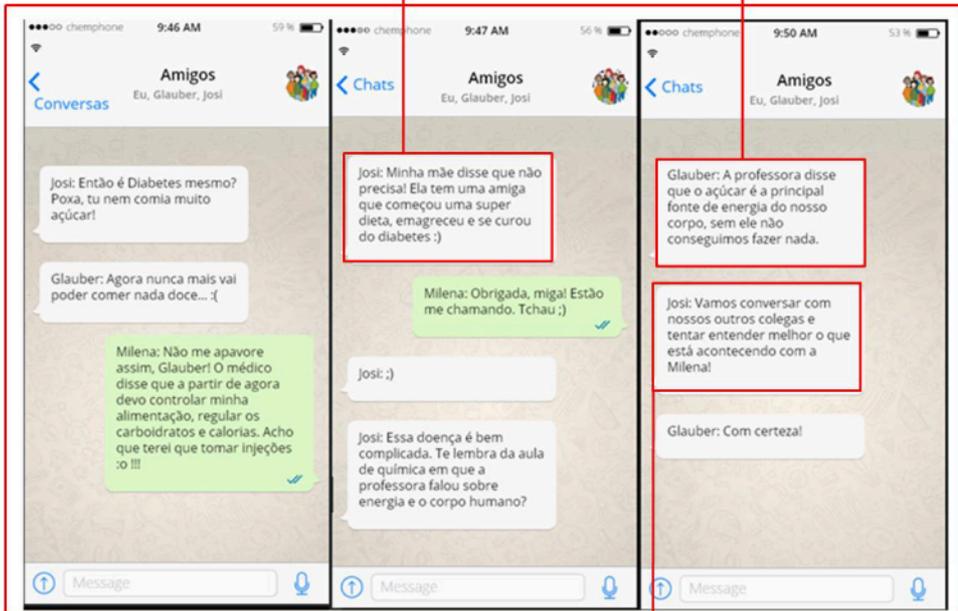
Milena Sato tem dezesseis anos e estuda no [redacted]. Há dois meses estava perdendo muito peso e sentindo estranhos sintomas: sede excessiva, náuseas e cansaço. Após várias consultas, ela descobriu que estava com diabetes e precisava começar o tratamento imediatamente.

Um bom caso provoca um conflito

Um bom caso tem generalizações.

Um bom caso tem utilidade pedagógica.

Enquanto se encaminhava ao hospital, Milena conversava no grupo dos amigos do Whatsapp:



Um bom caso inclui diálogos.

Um bom caso força uma decisão.

Um bom caso é curto.

Vocês são os colegas de Milena, Glauber e Josi, e devem esclarecer as implicações da doença de Milena Sato. Quais recomendações vocês acham que o médico dará a Milena a fim de resolver seu problema? Argumente a favor das melhores recomendações.

Fonte: Imagens produzidas pelos autores a partir do site <http://www.fakewhats.com/generator>.

Sequência Didática

A aplicação do caso visou introduzir conteúdos específicos; estimular a capacidade de tomada de decisão; emprego de conceitos químicos na prática; desenvolver a habilidade em resolver problemas; desenvolver a habilidade de comunicação oral e escrita; trabalhar em grupo e desenvolver o pensamento crítico. Dessa maneira, o procedimento para aplicação do caso seguiu alguns modelos sugeridos na literatura (Sá, Francisco & Queiroz, 2007; Souza, Rocha & Garcia, 2012; Pazinato & Braibante, 2014; Silva, Oliveira, & Queiroz, 2011) e abrangeu a realização de aula introdutória para a discussão dos conceitos de calor, equilíbrio térmico e entalpia dentro da temática “As Relações entre Energia e Alimentação”, englobando o poder calorífico dos alimentos e tipos de nutrientes; a aplicação do caso; a realização de trabalhos em pequenos grupos e de oficinas; a elaboração de um diário de campo, contendo um relato sobre as dificuldades de pesquisa e as descobertas; e, a apresentação das estratégias adotadas e das resoluções propostas.

Qualidade das Resoluções

A avaliação descritiva sobre as soluções propostas pelos estudantes foi realizada segundo uma abordagem quantitativa, baseada na aplicação de um protocolo, cujos resultados também são analisados qualitativamente. Utilizou-se o modelo proposto por Toma, Greca e Meneses-Villagrà (2017), adaptando a sequência metodológica originalmente proposta para classificar Unidades Didáticas, para classificação das soluções do caso.

Esse protocolo tem o objetivo de identificar a presença dos elementos necessários para o desenvolvimento da solução. Para isso, foram categorizados os 4 itens mais significativos para a solução do caso. Esses itens foram elaborados de forma a avaliar o alcance dos objetivos educacionais, classificar a eficiência das soluções e discutir as percepções do professor-pesquisador quanto ao trabalho com os alunos e a metodologia de ensino. Os itens categorizados foram: 1. Identificação e definição do problema. Levantamento de questões; 2. Pesquisa bibliográfica; 3. Emprego dos conceitos químicos na solução do problema; 4. Soluções apresentadas.

A fim de avaliar de forma mais objetiva as categorias, foi descrito para cada item uma série de subcategorias contendo características que o descrevem. Essas subcategorias foram organizadas numa escala de 1 a 4, onde os maiores valores correspondem àqueles que atenderam aos elementos cruciais de seus respectivos itens. A partir desses valores foi composto o escore da subcategoria. A média aritmética ponderada dos escores foi utilizada de maneira a classificar o item. Para cálculo do escore médio, considerou-se n_i equivalente ao número de grupos representativos da subcategoria i , o número total da população (NT) igual a 11 e utilizou-se a seguinte fórmula (exemplo: Tabela 1):

Figura 2: Fórmula de cálculo de Escore Médio

$$\text{Escore Médio} = \frac{\sum_{i=1}^4 n_i \times i}{NT}$$

Fonte: Autores

Através desse protocolo pode-se classificar a eficiência das soluções propostas pelos estudantes e investigar as dificuldades vivenciadas no percurso da atividade. Para avaliar a resolução dos casos, o professor-pesquisador utilizou a apresentação final dos grupos, seus Diários de Campo e o acompanhamento em aula.

Autoavaliação

A autoavaliação dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas foi analisada pela metodologia descrita por Goi & Santos (2009), através da aplicação de um questionário elaborado pelas autoras. Foram analisados 37 questionários utilizando uma escala do tipo Likert (Silveira & Moreira, 1999), a qual foi convertida a uma escala numérica, seguindo a descrição: 1 = DP Discordo Plenamente; 2 = D Discordo; 3 = NO Não tenho opinião; 4 = C Concordo; 5 = CP Concordo Plenamente.

A partir da escala numérica, calcularam-se os escores para cada afirmativa. Os escores possuem valores variando entre 1 e 5, onde os maiores valores indicam maior concordância com a respectiva afirmativa.

Dados e Discussão

Avaliação da Qualidade das Resoluções

As soluções elaboradas pelos grupos foram classificadas de acordo com as categorias apresentadas na Tabela 1.

A primeira categoria classificou os grupos que conseguiram identificar o problema a ser resolvido. Nessa categoria, consideraram-se como as resoluções eficientes aquelas que apresentam a identificação da doença, suas características, sintomas e possíveis causas (Cruz, 2006). Verifica-se que todos os grupos fizeram a correta identificação do problema inicial, definindo o tema central como a Diabete Mellitus (ou do Tipo 1) e delimitando a pesquisa. O escore médio obtido nessa categoria foi de 3,18. Não houve dificuldade na identificação e interpretação do problema. Podemos relacionar esse resultado ao fato de o caso aplicado ser considerado, de acordo com a classificação de Sá (2010), como “estruturado”.

Nesse tipo de EC, o problema a ser solucionado é de fácil detecção, e pode apresentar várias alternativas de solução, cabendo ao estudante a tarefa de optar pela mais eficiente. Porém, observou-se que 7 dos 11 grupos não fizeram algum levantamento de questões ou fizeram esse levantamento de modo muito superficial. Esse aspecto torna-se relevante ao levarmos em conta que o processo de investigação requer a formulação de hipóteses, avaliação de dados e verificação. A falta de um levantamento de questões ou dúvidas provisórias, previamente a produção de dados e investigação do caso aplicado, pode ter relação com a ênfase às pesquisas teóricas encontradas nas resoluções.

Faria e Reis (2016) salientam que na concepção do EC os saberes científicos podem estar atrelados a temas mais polêmicos e próximos da realidade do estudante. É importante que abordem questões éticas, sociais, ambientais, econômicas e políticas quando possível. O caso aplicado neste trabalho traz em sua composição questões referentes a risco de saúde dentro de um tema muito difundido (Diabetes).

Tabela 1: Categorias de avaliação das estratégias e soluções propostas pelos grupos (NT = 11).

Categorias	Escala para classificação das Estratégias e Soluções				
	4	3	2	1	
1. Identificação e definição do problema. Levantamento de questões.	Identifica o problema. Faz um levantamento de questões. Apresenta uma delimitação do foco de estudo.	Identifica o problema. Apresenta uma delimitação do foco de estudo. Levanta algumas (ou poucas) questões iniciais.	Identifica o problema, mas não faz levantamento de questões ou delimitação do tema.	Não há uma identificação nem delimitação do problema. Não existem questões iniciais.	Escore Médio
Escore	16	15	4	0	3,18
2. Pesquisa bibliográfica.	Utilizou diversas fontes bibliográficas. Existe uma discussão sobre os dados obtidos.	Utilizou mais de uma fonte bibliográfica, há uma discussão superficial sobre os dados.	Existe fonte bibliográfica, mas não há variedade ou uma discussão e não apresenta dados coletados.	Carece de fontes bibliográficas de qualquer espécie. Não apresentam dados coletados ou discussão.	Escore Médio
Escore	12	12	8	0	2,91
3. Emprego dos conceitos químicos na solução do problema.	Apresenta uma relação entre os nutrição/nutrientes e energia, levando em consideração as questões referentes à Diabetes.	Apresenta uma relação superficial entre os nutrição/nutrientes e energia. Faz alguma ligação com os aspectos referentes à Diabetes.	Não apresenta uma relação satisfatória entre os nutrição/nutrientes e energia. A conexão com aspectos referentes à Diabetes é superficial ou inexistente.	Não apresenta nenhuma relação entre os conceitos químicos, nutrição/nutrientes e Diabetes.	Escore Médio
Escore	12	15	4	1	2,91
4. Soluções apresentadas.	Apresenta solução eficiente. Há mais de uma recomendação embasada em algum referencial. O grupo apresentou a resolução de maneira criativa.	Apresenta solução eficiente. As recomendações não são suficientes ou não possuem embasamento. Apresenta certo nível de criatividade.	Apresenta solução pouco eficiente. As recomendações não são suficientes. O grupo não apresentou a resolução de maneira criativa.	Não apresenta solução ou recomendações de nenhuma espécie. O grupo não apresentou a resolução de maneira criativa.	Escore Médio
Escore	20	12	4	0	3,27

Fonte: Autores.

Um resultado interessante é observado nas categorias 2 e 3, da Tabela 1. As duas categorias apresentam os escores mais baixos. Quanto à pesquisa bibliográfica (categoria 2), o escore médio foi de 2,91. Os estudantes buscaram mais de uma fonte de pesquisa (endereços eletrônicos, revistas e vídeos), porém, não conseguiram um aprofundamento para a discussão proposta, trazendo as referências apenas como exemplos.

Na categoria 3, quanto à avaliação das relações entre o conteúdo químico e a resolução do caso, foi possível observar que grande parte dos grupos (8, sendo NT=11) conseguiu relacionar os tipos de nutrientes com aspectos energéticos e como isso interfere na doença de Milena. Identificar o poder calorífico dos alimentos, classificar os tipos de nutrientes e sua constituição

eram alguns dos objetivos que os estudantes deveriam alcançar durante a resolução do caso. Porém, em alguns grupos, observou-se que os estudantes não foram capazes de trazer elementos referentes aos conteúdos abordados na aula introdutória para a resolução do caso, construindo uma análise superficial do problema e uma solução pouco eficiente. Podemos compreender isso em virtude de particularidades do grupo, como dificuldades de leitura e interpretação.

O Grupo 4², por exemplo, apresentou uma solução com pouca eficiência. Em um trecho do seu diário de campo, lê-se, sobre as formas de auxiliar Milena quanto a Diabetes Tipo1: “[...] vimos que uma das formas seria com que ela controlasse sua alimentação e fizesse exercícios físicos leves, gastando mais energia e consumindo menos açúcar, acompanhando uma dieta que diminuísse principalmente seu índice glicêmico”.

A resolução do Grupo 4 foi pouco eficiente. Os integrantes do grupo tiveram dificuldade em fazer suas escolhas para resolver o problema. Inicialmente determinaram que a doença de Milena fosse a Diabetes Tipo 1, mas em suas recomendações prezaram por um tratamento mais eficiente para o Tipo 2 da doença. O problema dessa escolha diz respeito a utilização de insulina e diminuição de riscos a longo prazo. Segundo o *Diabetes Control and Complications Trial Research Group* (1993), o controle da dieta, atividade físicas e insulino terapia reduzem os riscos, a longo prazo, de complicações vinculadas a Diabetes Tipo 1.

O Grupo 11, por outro lado, soube integrar os conceitos de uma maneira que sua solução fosse eficiente. Inicialmente, em seu diário de campo, investigaram elementos chave para resolução do caso: “Outra coisa importante a se saber é o que são a insulina e a glicose. A insulina é responsável pela redução da taxa de glicose no sangue, e a glicose é um carboidrato que é considerado uma das principais fontes de energia do corpo”. Neste trecho, fica evidente a identificação do problema, interrelacionando os aspectos referentes aos temas energia, nutrição e Diabetes, em conformidade com os conhecimentos da área da medicina sobre a doença descrita no caso (Cruz, T. 2006).

Nas discussões durante a aula, os integrantes do Grupo 11 mostraram-se motivados em resolver o caso além de trabalharem em conjunto, discutindo as estratégias e integrando-as de maneira a compor uma boa solução.

A partir de sua pesquisa na internet, revistas e livros, o Grupo 11 conseguiu propor uma solução criativa, levando em consideração os seguintes aspectos: “o controle de açúcar e outros nutrientes no sangue; a manutenção do nível de insulina no corpo; a manutenção da saúde geral de Milena”. Em suas recomendações, descreveram: “Percebemos que é importante para Milena aceitar sua doença e tratá-la com seriedade. Ela ainda pode buscar ajuda de instituições como o ICD³, que orientam e apoiam portadores de diabetes. Como tratamento ela terá que fazer as injeções de insulina e realizar um controle alimentar usando inclusive a contagem de carboidratos”. Nesta solução, observa-se que o caso motivou os estudantes a buscar informações que auxiliassem Milena em seus novos desafios. Além disso, apresenta uma boa fundamentação teórica e descreve um possível tratamento que Milena irá necessitar após seu acompanhamento médico.

Todos os grupos apresentaram alguma solução para o caso. As soluções menos eficientes mostraram pouco embasamento na pesquisa realizada e recomendações insuficientes e sem argumentação. Foi possível constatar durante a apresentação e discussão das resoluções dos grupos que a principal dificuldade dos estudantes foi conseguir criar uma argumentação baseada em mais de um texto, uma dificuldade de argumentação também relatada em outros trabalhos (Domènech-Casal, 2019). Nesse sentido, é possível que a falta de contato dos alunos com esse tipo de metodologia seja um dos motivos para as resoluções menos eficientes.

Essa falta de inter-relação indicou que a dificuldade de leitura, caracteriza um possível ensino anterior deficiente. Isso é um obstáculo na aplicação da metodologia. Observa-se que a

literatura descreve como principal desafio do EC em Ensino em Química, na Educação Básica, é o tempo para aplicação da metodologia (Faria & Reis, 2016), mas existe uma série de fragilidades por trás dessa questão. Deficiências essas que são fomentadas por um currículo puramente tradicional, em que os conteúdos químicos não possuem uma contextualização e diálogo com a realidade do estudante.

Os exames nacionais de larga escala, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), mostram que os alunos não têm conseguido realizar questões que exijam competências e habilidades, como leitura, interpretação, comparação e fundamentação de resposta (Brasil, 2006). A falta de domínio das linguagens pode ter uma solução dentro da metodologia de EC, pois através da resolução de casos, os estudantes são instigados a descobrir, procurar, interpretar e argumentar sobre suas recomendações e estratégias. Uma das maneiras de avaliar essa possibilidade seria avaliar como a categoria 2 e 3 seriam modificadas se a metodologia de EC continuasse a ser aplicada nas turmas em que esse estudo foi realizado.

De modo geral, os trabalhos de pesquisa, diários de campo e discussões em aula, mostraram que os estudantes se mobilizaram para a resolução do caso. Observou-se o desenvolvimento de habilidade de trabalho em grupo, pesquisa, oralidade e argumentação, aspectos também observados em outros estudos do tipo (Oliveira, & Queiroz, 2011, Domènech-Casal, 2019, Martinez & Totaitive, 2021). O caso mostrou-se bem interdisciplinar e possibilitou a discussão de aspectos nutricionais e biológicos envolvidos na situação problema. O tempo para aplicação e resolução foi suficiente, embora a literatura comente sobre o comprometimento de conteúdos frente à metodologia (Faria & Reis, 2016). Isso se deve a estrutura do sistema de ensino brasileiro, formado por currículos extensos, com uma grande listagem de conteúdos descontextualizados, focados na memorização e informação. Não achamos esse comprometimento um defeito ou obstáculo, pelo contrário, a contextualização proporcionada pelo caso corrobora discussões presentes nos PCNEM de Química (Brasil, 2000). Nesses documentos estão presentes propostas para o desenvolvimento de um ensino menos fragmentado e linear, almejando atividades mais interdisciplinares.

Autoavaliação dos estudantes sobre as atividades desenvolvidas

A Tabela 2 resume os resultados da autoavaliação aplicada nas turmas. Os dados indicam o grau de concordância dos alunos a respeito do caso proposto utilizando uma escala tipo Likert. A maioria dos alunos concorda que foi de fácil compreensão e que foi necessário realizar uma pesquisa para sua resolução. Quanto à linguagem utilizada no caso, houve um número expressivo de estudantes que marcou a opção NO (Não tenho opinião). Do mesmo modo, os estudantes não expressaram opinião sobre a exigência de raciocínio para resolução do caso. Nossa hipótese é que esses dois itens tiveram esse resultado em virtude da interpretação textual, mas seria necessária uma nova produção de dados para essa verificação.

No que se refere às estratégias adotadas pelo grupo, os estudantes concordam que estas foram eficazes para resolução do caso e que quanto maior o número de estratégias adotadas, maior a chance de se obter uma solução eficaz.

Tabela 2: Resultados do questionário autoavaliativo.

Categories de Avaliação	Afirmativas					
Quanto ao Caso sugerido.	Foi de fácil compreensão.	Os dados para a resolução do Caso não necessitaram de pesquisa.	A linguagem utilizada foi de difícil compreensão.	Pesquisei muito para chegar a estratégias adequadas.	O grupo compreendeu o Caso sem grandes dificuldades.	O Caso exigiu pouco raciocínio
Escore Médio	4,14	2,41	2,76	3,41	3,89	3,08
Quanto as estratégias adotadas.	Foram eficazes no Estudo de Caso.	Quanto maior o número de estratégias adotadas maiores a chances de obter sucesso na resolução.	Apenas uma estratégia é eficaz para o Estudo de Caso.	As estratégias não ajudam em nada para o Estudo de Caso.		
Escore Médio	4,03	4,11	2,24	1,92		
Quanto ao trabalho através da Resolução de Casos.	Foi um trabalho de difícil compreensão.	O Estudo de Caso não diferiu em nada ao trabalho que já estávamos realizando.	Parece que pouco contribuiu para minha aprendizagem.	O tempo foi suficiente para realizarmos as atividades.	Esse trabalho foi muito diferente do que estávamos habituados a fazer.	Percebi que esse trabalho pode ser significativo para uma melhor compreensão das aulas.
Escore Médio	2,35	2,57	2,32	3,81	3,38	3,78
Autoavaliação.	As atividades motivaram-me para o Estudo de Caso.	Acredito que desperdicei o tempo dedicado ao trabalho sobre Estudo de Caso.	Tenho a impressão de que durante a pesquisa aprendi novos conhecimentos.	Colaborei com o grupo, assumindo de forma responsável o Caso proposto.		
Escore Médio	3,43	2,32	4,32	4,32		

Fonte: Autores.

Quanto ao trabalho proposto, Estudos de Caso, os estudantes avaliaram que a atividade diferiu dos trabalhos que estavam acostumados a fazer. É importante ressaltar que os estudantes concordaram que a atividade foi relevante para melhor compreensão das aulas e contribuiu para suas aprendizagens (Domènech-Casal, 2019, Martinez & Totaitive, 2021).

Embora os estudantes concordem que houve tempo suficiente para resolução do caso, relataram que a grande quantidade de horas extracurriculares exigidas pelo Colégio pode tornar

a atividade proposta morosa. Nesses relatos, os estudantes salientaram a importância do professor em atender dúvidas e orientar a pesquisa como um facilitador.

Quanto à autoavaliação dos participantes, é importante constatar o grau de envolvimento dos estudantes no desenvolvimento do trabalho proposto. Os alunos concordam que as atividades foram motivadoras para a resolução do caso e não consideraram que o tempo foi desperdiçado. Além disso, a maioria dos alunos considerou ter aprendido novos conhecimentos durante a resolução do caso, e afirmam ter contribuído com o grupo para o desenvolvimento do trabalho.

Conclusões

O presente trabalho apresentou um caso para o Ensino de Química, sua aplicação em duas turmas de ensino técnico e a avaliação do uso da metodologia nesse ambiente de formação profissional.

A estratégia de trabalho e discussão em pequenos grupos foi eficiente na aplicação do caso nas turmas. Os onze grupos de trabalho propuseram soluções para o caso. A análise revelou que, embora alguns estudantes tenham apresentado dificuldade em embasar suas pesquisas em referenciais bibliográficos e empregar os conceitos químicos trabalhados em aula para a resolução do caso, todos os grupos chegaram a uma solução com algum nível de eficiência. Este trabalho mostrou a necessidade de aplicação de mais metodologias nessa perspectiva em cursos de nível médio. O EC é um meio eficiente de incentivar a construção de argumentos, o trabalho em grupo, leitura e interpretação.

Analisando os resultados obtidos pelas avaliações dos questionários, podemos observar que os alunos consideraram a atividade diferenciada e, em função disso, motivaram-se para a resolução do caso.

A experiência realizada indica que a metodologia de EC aplicada no Ensino de Química é válida. Entretanto, é necessário que os professores estejam preparados para trabalhar com esse tipo de atividade, pois a resolução do caso pode conduzir a aula para destinos não previstos.

Com o uso dessa metodologia professores e estudantes tem possibilidade de aprendizado em conjunto. O estudante, longe de um mero espectador, torna-se o ponto central de seu aprendizado enquanto o professor atua como um orientador de investigação na tarefa de buscar novos conhecimentos.

O caso possibilita o aprofundamento de questões que fogem a dinâmica escolar, abrangendo dilemas e situações reais, onde questões sociais e científicas podem levar a mais de uma possível solução. A atividade mostrou que os alunos apresentam uma dificuldade de leitura e interpretação, mostrando que uma das possibilidades de solução dessa deficiência seria o incentivo dessa metodologia em aula.

O caso “A Doença de Milena” mostrou-se útil para o aprendizado de conceitos de termoquímica, nutrição e saúde, motivando os estudantes no desenvolvimento de habilidades adequadas para o exercício consciente da cidadania.

Referências

Brasil(2000) *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC.

Brasil (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC- Secretaria da Educação Básica.

Borochovcicius, Eli & Tortella, Jussara C. B. (2014) Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.* 22(83), 263-294. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000200002>.

Carvalho, Anna M. P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativas. In Carvalho, Anna M. P. (Org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula* (pp.1-20), São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, Anna M. P. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765-794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>.

Clement, John (2010) Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053. <https://doi.org/10.1080/095006900416901>.

Cruz, Thomaz (2006). A História do Diabetes. In: Lyra, Ruy, Cavalcanti, Ney (Org.). *Diabetes Mellitus* (pp.25-36), Rio de Janeiro, Diagraphic.

Diabetes Control and Complications Trial Research Group, Nathan, David, M., Genuth, Saul, et al. (1993) The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *New England Journal of Medicine*, 329(14), 977-986. DOI: 10.1056/NEJM199309303291401

Domènech-Casal, Jordi. (2019) Risk Zone, una actividad de estudio de caso y controversia socio-científica para la enseñanza de los riesgos geológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 16(3), 3201-3214. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3201

Duit, Reinders (2006) La investigación sobre enseñanza de las ciencias. Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 741-770.

Echeverría, Maria P. P. & Pozo, Juan I. (1998) Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. IN Pozo, Juan I.(Org.). *Solução de Problemas.Aprender a resolver, resolver para aprender*. (pp. 13-41). Porto Alegre: Artmed.

Faria, Fernanda L. & Reis, Ivone F. (2016). A Percepção de Professores e Alunos do Ensino Médio sobre a Atividade Estudo de Caso. *Ciência & Educação (Bauru)*, 22 (2), 319-2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320160020004>.

Federation, International Diabetes (2017). IDF diabetes atlas 8th edition. International Diabetes Federation, 905-911.

Goi, Mara E. J. & Santos, Flávia M. T. (2009) Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. *Química Nova na Escola*, 31(3), 203-209.

Herreid, Clyde F.(1997) What is a Case? Bringing to science education the established teaching tool of law and medicine. *Journal of College Science Teaching*, 27(2), 92-94.

Herreid, Clyde F. (1998) What Makes a Good Case? *Journal of College Science Teaching*, 27(3), 163-169.

Hmelo-Silver, Cindy E. (2004) Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.

Marcelo, Carlos (2001) Aprender a Enseñar para la Sociedad del Conocimiento. *Revista Complutense de Educación*, 12 (2), 531-593.

Martinez, Angie V. A., Totaitive, Inês A. S. (2021) El método de estudio de casos em la enseñanza de las ciencias naturales. *Praxis & Saber*, 12(31), 1-17.

Moon, Sidney M., & Trepper, Terry S. (1996). Case study research. In Sprenkle, Douglas H. & Moon, Sidney M. (Eds.), *Research methods in family therapy* (pp. 393–410). The Guilford Press.

OCDE -Organización Para La Cooperación Y El Desarrollo Económico- (2006) *PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana Educación.

Pazinato, Maurícius S. & Braibante, Mara E. F. (2014) O Estudo de Caso como Estratégia Metodológica para o Ensino de Química no Nível Médio. *Revista Ciências e Ideias*, 5(2), 1-18.

Pinheiro, Antonio N., Medeiros, Ethanielda L. & Oliveira, Alcineia C. (2010) Estudo de Casos na Formação de Professores de Química. *Química Nova*, 33(9), 1998-2002.
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000900032>.

Pozo, Juan I. & Crespo, Miguel Á. G. (1998) A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. IN Pozo, Juan I.(Org.). *Solução de Problemas. Aprender a resolver, resolver para aprender*. (pp. 67-98). Porto Alegre: Artmed.

Sá, Luciana P. (2010) *Estudo de Casos na Promoção da Argumentação sobre Questões Sócio-Científicas no Ensino Superior de Química*. (Tese Doutorado) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Sá, Luciana P., Francisco, Cristiane A. & Queiroz, Salete L. (2007) Estudos de Caso em Química. *Química Nova*, 30(3), 731, 2007-739.

Sasseron, Lúcia H. (2013). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: Carvalho, Anna M. P. (org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. (p. 41-61). São Paulo: Cengage Learning.

Sasseron, Lúcia H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(n. esp), 49-67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>

Sasseron, Lúcia H., & Carvalho, Anna M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigação em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.

Silva, Osmair B. Oliveira, Jane R. S. & Queiroz, Salete L. (2011) SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. *Química Nova na Escola*, 33(3), 185-192.

Silveira, Fernando L. & Moreira, Marco A. (1999) Estudo de Validade de um Questionário de Avaliação do Desempenho do Professor de Física Geral pelo Aluno. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(1), 69-84.

Souza, Robson S., Rocha, Paula P. & Garcia, Irene T. S. (2012) Estudo de Caso em Aulas de Química: Percepção dos Estudantes de Nível Médio sobre o Desenvolvimento de suas Habilidades. *Química Nova na Escola*, 34(4), 220,- 228.

Toma, Radú B., Greca, Ileana M.; Meneses-Villagrà, Jesús A. (2017) Dificultades de Maestros en Formación Inicial para Diseñar Unidades Didácticas usando la Metodología de Indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), p. 442-457.

¹ No desenvolvimento deste trabalho buscamos resguardar todos os aspectos éticos inerentes ao trabalho de pesquisas, dessa forma foram assinados o Termo de Concordância da Instituição (pelo Diretor do IFRS-Campus Canoas) e o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (assinado pelos alunos e/ou responsáveis). Esses documentos buscam assegurar o anonimato de todos os sujeitos e as informações por eles prestadas.

² Designação arbitrária utilizada apenas para comparação das informações.

³ Instituto da Criança com Diabetes (ICD): Centro de referência do Estado do Rio Grande do Sul no atendimento a crianças e adolescentes com Diabetes.