



O CONTO “ÓTIMA É A ÁGUA” DE PRIMO LEVI, COMO MOTE PARA O ESTUDO E COMPREENSÃO DO CONCEITO DE VISCOSIDADE

The tale “Great is the water” by Primo Levi, as a theme for the study and understanding of the viscosity concept

Fábio Eduardo de Assis Gasparetto [fabioeagasparetto@gmail.com]

*Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Av. Colombo, 5790 - Zona 7, Maringá - PR, Brasil*

Débora Piai Cedran [depiai@yahoo.com.br]

Marilde Beatriz Zorzi Sá [mbzsa@uem.br]

*Departamento de Química
Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Av. Colombo, 5790 - Zona 7, Maringá - PR, Brasil*

Resumo

Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa de natureza qualitativa realizada com estudantes do Ensino Médio de uma Escola Pública da cidade de Maringá-PR, com o objetivo de responder à pergunta: que potencialidades pedagógicas, na aprendizagem do conceito de viscosidade, são reveladas pelo conto “Ótima é a água”? Analisando, desta forma, as contribuições do referido conto de Primo Levi para os processos de ensino e de aprendizagem. Para tanto, utilizou-se o conto, questionamentos constituídos por questões abertas e um experimento de caráter investigativo que se configuraram em instrumentos de coleta de dados. O estudo possibilitou discussões significativas a respeito da utilização e contribuições do conto empregado como ferramenta problematizadora para a construção de conhecimentos. Entre as discussões, destaca-se a importância de metodologias que possibilitem reflexões acerca de concepções dos estudantes, como a de que os conceitos de viscosidade e densidade são similares. Além disso, reflexões sobre problemas ambientais e o próprio conceito de viscosidade foram pontos significativos apontados na pesquisa.

Palavras-Chave: Aprendizagem; Contos; Experimentos; Poluição da Água.

Abstract

This article presents results of a qualitative research carried out with high school students from a Public School in the city of Maringá-PR, in order to answer the question: what pedagogical potentials, in the viscosity learning concept, has been revealed by the “Great is water” tale? Therefore, analyzing the contributions of this tale written by Primo Levi to the teaching and learning processes. For this purpose, it was used the tale, questions composed of open questions and an investigative experiment that will configure data collection instruments. The study allowed meaningful discussions regarding the use and contributions of the tale undertaken as a problematic tool for knowledge construction. In the discussions, it is highlighted the importance of methodologies that make reflections about the conceptions of the students on the similarity of concepts like viscosity and density possible. Furthermore, reflections about environmental problems and the concept of viscosity were significant points featured in the research.

Keywords: Learning; Tales; Experiments; Water Pollution.

CONSIDERAÇÕES ACERCA DA LITERATURA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A química, assim como as demais áreas relacionadas à construção do conhecimento científico, ao longo da história tem concentrado um amplo e diversificado corpo de saberes, os quais podem contribuir para o desenvolvimento da humanidade. Mesmo que por muito tempo os conhecimentos científicos fossem tratados como verdades absolutas e definitivas, após amplos debates e questionamentos entre estudiosos da filosofia da ciência, como Bachelard (1884-1962), Kuhn (1922-1996), Feyerabend (1924-1994), deseja-se que, no mundo contemporâneo, essa linha de pensamento seja substituída e que a ciência centre-se em levantar hipóteses, problematizar conceitos, questionar a realidade e formular teorias que serão filosoficamente vislumbradas como temporárias, mas necessárias, decorrentes de conjecturas que não são frutos particulares, de fatos puros e de ideias estritamente científicas, mas sim de construções coletivas e que também são influenciadas por questões econômicas, sociais, ambientais e políticas. Nesse sentido, De Oliveira e Silveira (2013) destacam que,

“Embora, no passado, nem sempre houve uma percepção clara da contribuição da Ciência na vida cotidiana, ela sempre esteve presente nos grandes eventos da humanidade, por exemplo, desde a percepção do ser humano para a manutenção e aproveitamento do fogo e das técnicas de preparação de corpos por mumificação. Na atualidade, a Ciência tem um papel fundamental no conhecimento do ser humano em torno da realidade e do significado do mundo em que vivemos” (De Oliveira & Silveira, 2013, p.169).

Igualmente, se tem a necessidade em modificar ou desenvolver outras concepções para o ensino de ciências, haja vista que, por vezes centra-se em aulas que pressupõem transmissão de conceitos, leis e fórmulas, e que o aluno, a seguir, deve replicar experiências e decorar nomes de cientistas (Carvalho, De Oliveira & Scarpa, 2014). Essa metodologia de ensino, conhecida como “tradicional”, restringe-se à utilização de uma gama limitada de recursos, na maioria das vezes, apenas com o emprego do livro didático, da lousa e do discurso do professor (Da Silva, 2011; Pasqualini & Lavoura, 2020). Não há dúvidas de que o conhecimento científico tem sofrido um avanço exponencial, o que tem causado grandes mudanças em diferentes esferas sociais, como na tecnologia, na política e na cultura. Não somos mais os mesmos de anos atrás, e Morin (2005, 2015) discute que, apesar de acreditarmos, por um longo tempo, no determinismo da ciência, “o enriquecimento do nosso conhecimento sobre o universo desemboca no mistério de sua origem, seu ser, seu futuro. A natureza do tecido profundo da nossa realidade física esquiva-se no mesmo movimento em que a entrevemos” (Morin, 2005, p. 23).

Tendo em vista esse pressuposto, acreditamos que, devido a essas grandes mudanças, que envolvem diferentes esferas sociais, os processos de ensino e aprendizagem de ciência devem acompanhar o caráter dinâmico do desenvolvimento científico, em que novas metodologias devem ser elaboradas, testadas e incorporadas, contribuindo para o ensino de ciências significativo e contextualizado. Dentre as diversas estratégias que podem contribuir com esse processo, destacamos como possibilidade a interação entre literatura e ciência.

A ciência e a arte, em especial a literatura, apresentam diferentes formas de representar e pensar o mundo. Embora distintas, acreditamos que os caminhos da ciência e da literatura possam convergir de forma a contribuir para o ensino, de modo que, além de potencializar a aprendizagem de conceitos científicos, também possibilitam pensar a sociedade sob a perspectiva de que a ciência não está separada da vida, e tão pouco da literatura (Oliveira & Santos, 2017). Sob essa ótica, composições literárias apresentam-se como mecanismos humanizadores da ciência. Nessa linha de pensamento, concordamos com Zanetic (2006), que defende a contaminação mútua entre essas duas culturas, ciência e literatura, que são úteis não apenas para interpretar o mundo, mas também para transformá-lo. Segundo o autor, essa temática envolve “{...} os mais variados aspectos e conteúdos, ora enfatizando a presença da ciência na literatura, ora analisando possíveis previsões científicas praticadas por grandes escritores: os escritores com veia científica e os cientistas com veia literária” (Zanetic, 2006, p. 57).

Além disso, alguns estudiosos como Boyd (2009) e Zunshine (2006) têm se envolvido em pesquisas que enfatizam a relação entre Evolução e Literatura, entre Cognição e Literatura e entre Ciência e Literatura. Autores como Navas (2020) e Murad e Vicente (2010) destacam que, apesar de possuírem métodos próprios e linguagens específicas, a ciência e a literatura apresentam interessantes e complexas convergências, fato que proporciona diferentes leituras, análises com novas perspectivas e dimensões, bem como importantes caminhos para a compreensão de ambas.

Assim, o uso de textos literários pode envolver o educando em uma proposta problematizadora e didática do conhecimento científico, pois, de acordo com Silveira (2013), a ciência e a literatura podem fomentar alternativas para o desenvolvimento metodológico de atividades pedagógicas que permitam problematizar o ensino das ciências. Trabalhos como os de Pinto Neto (2008, 2012) ressaltam as possíveis contribuições da literatura para o ensino da química, nossa área de interesse, visto que, os literatos

“Ao tomarem as ciências como tema de fabulação, fazem dos seus protagonistas personagens, constituem enredos a partir de conceitos, ideias e teorias científicas, incorporam um modo de narrar que é peculiar aos textos científicos, e trazem para suas obras os dilemas com os quais se deparam os homens diante das infundáveis possibilidades que se abrem com os novos modos de conhecer e de interferir na natureza” (Pinto Neto, 2012, p. 117).

Primo Levi: potencialidades de sua literatura para o ensino de química

Pinto Neto (2008) discute a existência de espaços para a literatura no ensino de química, destacando a importância do escritor Primo Levi. Nascido na cidade de Turim, Itália, Primo Levi (1919-1987) tornou-se químico de formação e, além de exercer o ofício, dedicou parte do seu tempo à escrita. Após sobreviver ao conhecido campo de extermínio de Auschwitz, ganhou renome mundial por seu trabalho literário sobre o Holocausto, onde se destaca o livro “É isto um homem?” (Levi, 1988), considerado um dos mais importantes relatos (e um dos maiores símbolos) de experiência em Auschwitz. Outras obras relevantes foram “A tabela periódica” (Levi, 2001) e sua coletânea de contos de ficção científica, publicados no Brasil com o título de “71 contos de Primo Levi” (Levi, 2005), onde ressaltamos o conto “Ótima é a água”, utilizado neste trabalho. Após a traumática experiência de Shoá (Holocausto), Primo Levi buscou reinventar a si mesmo e o universo em que vivia, e a literatura era de grande ajuda (Vonnegut, 2019). De acordo com Pinto Neto (2008), Primo Levi

“{...} nos brinda com um conjunto de textos e de passagens nos quais fala da sua formação química e da relação que estabelece com a química ao longo da vida, relatando suas experiências, que vão da formação escolar aos anos de trabalho como químico profissional, ofício que exerceu por três décadas até a sua aposentadoria” (Pinto Neto, 2008, p. 4).

Na perspectiva de Zanetic (2006), Primo Levi foi um cientista com veia literária, e sua obra pode contribuir para os processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos, principalmente aqueles mais intimamente conectados à química. Em seu conto “Ótima é a água”, Levi (2005) aborda o conceito de viscosidade, algumas aplicações no cotidiano, como a medida da viscosidade da água em um rio, e implicações de mudanças ambientais, levando em conta parâmetros estabelecidos que se utilizam desse conceito, questões relevantes e que podem ser usadas no ensino de ciências. Assim, a viscosidade pode ser considerada um dos pontos mais importantes da reologia, ou seja, do “estudo da deformação e do escoamento da matéria” (Rao, 2010, p. 1), já que é considerada uma propriedade intrínseca da matéria e que, de modo geral, mensura a resistência de um fluido ao escoamento (Rieutord, 2015). Sendo um conceito de ampla aplicação, a viscosidade pode ser utilizada em análises laboratoriais, no estudo do comportamento de substâncias (Inamura, 2008; Diaz, Vendruscolo & Vendruscolo, 2004), na indústria, como parâmetro de qualidade, (Cancian, 2013) e em estudos referentes ao meio ambiente, como observado nos trabalhos de Silva, Neto, Silva, Cristian e Barbosa (2018) e Catton, Webster e Yen (2012).

O conceito de viscosidade também é pautado em documentos oficiais como conteúdo específico para a Educação Básica. Segundo as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná, espera-se que o estudante reconheça as interações elétricas como as responsáveis pelas propriedades apresentadas pelos líquidos, sendo a viscosidade uma delas (SEED, 2008). Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) orientam que o aluno deve reconhecer a “força viscosa” e suas propriedades (MEC, 2002). Já a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a importância em explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais (MEC, 2018). Tais documentos ilustram a importância de se trabalhar esse conceito ainda na educação básica. Neste sentido, trabalhos como os de De Araújo e Santos (2018), Sampaio, Vaz, Monteiro, Acciari e Codaro (2015), Granda, Maximovitch e Faria (2017) e Vaz, Acciari, Assis e Codaro (2012) buscam propiciar diferentes estratégias para os processos de ensino e de aprendizagem do conceito de viscosidade. Visando contribuir com esse processo por meio de uma nova abordagem, baseando-se na literatura de Primo Levi, esta pesquisa buscou investigar as potencialidades pedagógicas, na aprendizagem do conceito de viscosidade, reveladas pelo conto “Ótima é a água”.

METODOLOGIA

Esta pesquisa preconizou uma abordagem qualitativa que, segundo Minayo (2015), responde a questões muito particulares e se aprofunda e explora o mundo dos significados. Assim, o sentido explorado e a questão que direcionou esta pesquisa estão centrados em compreendermos que potencialidades pedagógicas, na aprendizagem do conceito de viscosidade, são reveladas com a utilização do conto “Ótima é a água” em uma situação de ensino. Nesse âmbito, foram convidados alunos do segundo ano do Ensino Médio de um colégio de rede pública, situado na cidade de Maringá-PR, em que dois dos pesquisadores realizavam seu estágio supervisionado. Com isso, nove alunos se voluntariaram e as atividades foram aplicadas em contraturno, em um contexto externo à sala de aula, com duração de aproximadamente 4 horas. Para a sua realização, as atividades foram inicialmente planejadas no âmbito de duas disciplinas do curso de Licenciatura em Química – Instrumentação para o Ensino de Química II e Pesquisa para o Ensino de Química, que visam discutir sobre possíveis instrumentos e metodologias que podem auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, bem como, a pesquisa associada à reflexão sobre esses processos – da Universidade Estadual de Maringá, e foram posteriormente aplicadas na escola em dois momentos distintos:

Primeiro momento

Inicialmente, realizou-se a leitura, em voz alta, do conto (adaptado) “Ótima é a água”, de Primo Levi, que foi entregue aos alunos no formato de cópias impressas. Este conto é narrado por Levi por meio de seu personagem principal, Boero, um cientista que, ao aferir, por diversas vezes, a viscosidade da água, observou valores divergentes daqueles estabelecidos pela literatura. Posteriormente, ao analisar, a água do Sangone, um rio conhecido por Boero desde a sua infância, verificou desvios ainda mais exorbitantes. Porém, tais anomalias não foram suficientes para surpreender o Senhor Curti, seu supervisor, que muito confiava na verdade científica estabelecida como padrão, o que acarretou um atraso nas investigações, condenando a humanidade a uma imensa catástrofe ambiental.

Após a leitura do conto, um dos pesquisadores apresentou, oralmente, a seguinte questão problema: supondo que você, assim como Boero, precise determinar, experimentalmente, a diferença entre as águas apresentadas no início e ao final do conto, como você procederia? Com base no referido questionamento e na ênfase dada pelo pesquisador em que os argumentos dos alunos poderiam ser em relação às possíveis comparações entre as duas águas do conto, e também como eles poderiam provar, para Curti, as diferenças entre essas águas, foram realizadas discussões e levantamento de hipóteses de como os estudantes poderiam proceder. Nesse sentido, os alunos sugeriram fazer comparações entre as águas, seja por medições de densidade, diferenças no toque, na textura, no odor que poderia mudar/surgir durante o aquecimento das duas águas, observando características como limpidez e realizando separações entre possíveis impurezas e a água, mediante destilação. Posteriormente, os alunos responderam a cinco questionamentos (Quadro 1), remetendo-se ao conto como instrumento problematizador. O objetivo foi aprofundar possíveis reflexões sobre as propriedades da água, como elas poderiam ser modificadas, bem como, concepções iniciais sobre o conceito de viscosidade.

Quadro 1 – Questões respondidas após leitura do conto.

<p>01. Quais os motivos levaram Boero a pensar, durante sua visita ao Sangone, que “a água estava estranha”?</p> <p>02. A que podemos atribuir esses motivos?</p> <p>03. Boero teve a impressão de que a água do Sangone estava “bem menos móvel, menos viva”. Cite fatores do que pode ter ocorrido com a água para que ela ficasse dessa forma.</p> <p>04. Considerando o item 3, explique, de acordo com os seus conhecimentos, como os fatores citados alterariam as propriedades da água.</p> <p>05. Após a primeira análise, Boero conclui que a água do Sangone estava mais viscosa do que as águas dos outros rios. O termo “viscosidade” é abordado no texto em diferentes momentos. Que características o texto apresenta sobre esse conceito?</p>
--

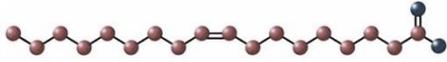
As ideias centrais de cada questão foram levantadas, refletidas e discutidas pelos alunos, considerando seus diversos pontos de vista. Um dos pesquisadores fez anotações no quadro, durante a aplicação, de forma a facilitar a organização dos argumentos e socialização das informações.

Segundo momento

Para auxiliar na compreensão do conceito de viscosidade, foram constituídos grupos com três alunos para a realização de um experimento, tendo como ferramenta problematizadora o conto “Ótima é a água”. Cada grupo recebeu um conjunto de quatro amostras distintas: Amostra 1: óleo de soja; Amostra 2: água;

Amostra 3: leite de coco; Amostra 4: mistura de leite de coco e água na proporção de 1:1, disponibilizadas em béqueres e identificadas com números de 1 a 4. A ordem dos líquidos foi a mesma em todos os grupos. Cada grupo aferiu o tempo que o volume de 200 mL, de cada amostra, demorou para escoar por meio de um equipamento adaptado do viscosímetro de copo Ford, e que foi construído por um dos pesquisadores com materiais de fácil acesso e de acordo com o trabalho de Sampaio *et al.* (2015). Com as medidas, identificaram a viscosidade relativa das amostras. Durante a aplicação da atividade experimental, dois dos pesquisadores questionaram os alunos sobre as ocorrências no experimento, o que observaram, além de provocar análises e reflexões sobre as amostras possuírem comportamentos diferentes. Em seguida, os alunos responderam a outros cinco questionamentos (Quadro 2), elaborados com o intuito de investigar e avaliar o potencial pedagógico do conto, com a ajuda do experimento, tal como promover ponderações sobre o conceito de viscosidade.

Quadro 2 – Questões respondidas após leitura, discussão e levantamento de hipóteses do roteiro.

<p>01. Quais das amostras apresentaram comportamentos semelhantes à água do início e à água no final do conto? Justifique.</p> <p>02. Por que as amostras apresentaram tempos de escoamento diferentes?</p> <p>03. Pensando em termos de átomos e moléculas, a que se pode atribuir os diferentes tempos de escoamento das amostras?</p> <p>04. Considere que, quando um líquido precisa fluir de um recipiente para outro, existem interações entre as moléculas do líquido. Como é possível relacionar essas interações com o tempo de escoamento?</p> <p>05. Ainda pensando sobre as interações entre moléculas, como é possível explicar que o tempo de escoamento da amostra 1 é maior que o da amostra 2?</p> <p>06. Considere ainda a questão das interações entre as moléculas no líquido, que a amostra 2 seja água, a amostra 1 seja óleo, e que, a estrutura da molécula de água está representada pela Figura A, e que, a estrutura do ácido oleico (um dos constituintes do óleo de soja), está representada pela Figura B. Como você justificaria o fato de o tempo do escoamento do óleo ser maior que o da água?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"><div style="text-align: center;"><p>Figura A: Representação de uma molécula de água.</p></div><div style="text-align: center;"><p>Figura B: Representação de uma molécula de ácido oleico.</p></div></div> <p>07. Baseando-se em toda discussão realizada até aqui, e ainda, que, o que faz com que exista a variação do tempo entre as amostras seja a viscosidade, como você definiria esse termo?</p> <p>08. Construa um gráfico que relacione a viscosidade das amostras com o tempo de escoamento.</p>
--

Considerando as respostas dadas às questões, um dos pesquisadores retomou e discutiu os apontamentos dos estudantes. Alguns alunos relataram sobre a densidade ser um fator importante na determinação do tempo de escoamento de um líquido. À vista disso, o pesquisador retomou o conto, questionou sobre a ideia de textura, também mencionada pelos estudantes, além do termo viscosidade, indicado em reflexões iniciais, indagando sobre a suposta “igualdade” entre conceitos (densidade e viscosidade).

A partir dessas discussões, o pesquisador considerou a realização de outro experimento, que não foi planejado inicialmente: a determinação da densidade relativa da água e do óleo de soja, já que alguns estudantes afirmavam que o óleo era mais denso que a água, portanto, mais viscoso. Nesse âmbito, tomando como base as respostas dos estudantes, a seguir serão apresentadas as informações e análises dos resultados sobre algumas potencialidades pedagógicas, na aprendizagem do conceito de viscosidade, que emergiram com a utilização do conto “Ótima é a água”.

Análise e tratamento do material empírico e documental

A análise e tratamento do material empírico e documental teve como alicerce a Análise Textual Discursiva (ATD) desenvolvida por Moraes e Galiuzzi (2020), por se tratar de uma metodologia de “análise de dados e informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos” (Moraes & Galiuzzi, p. 13, 2020). Em suma, a ATD pode ser entendida como um processo de desconstrução e reconstrução que “envolve identificar e isolar enunciados dos materiais submetidos à análise, categorizar esses enunciados e produzir textos, integrando nestes, descrição e interpretação, utilizando como base de sua construção o sistema de categorias construído” (Moraes & Galiuzzi, 2020, p. 118). Nessa perspectiva, balizamos o percurso da pesquisa embasados nas três principais etapas da ATD que, segundo Moraes e Galiuzzi (2020) são: (1) desmontagem ou unitarização dos textos, (2) categorização e (3) captando o novo emergente.

No contexto deste trabalho, na etapa de *desmontagem ou unitarização dos textos* realizou-se o processo de “desmontagem” do material empírico e documental, em que, durante a análise das respostas dos alunos, identificou-se e codificou-se as Unidades de Significado, US, que se referem a respostas ou trechos extraídos das respostas dos alunos, considerados relevantes para se investigar a questão da pesquisa. Durante a *categorização* investigou-se as relações entre as US, as quais foram organizadas, conforme a similaridade de seus códigos, em um sistema de categorias; logo, cada categoria representa um conjunto de uma ou mais US. Na última etapa, *captando o novo emergente*, com base nos sistemas de categorias construídos, elaborou-se textos em que foram reveladas e discutidas as potencialidades pedagógicas do conto “Ótima é a água”. Todo material empírico, ou seja, as respostas aos questionamentos nos dois momentos, foi analisado com base na Análise Textual Discursiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiro momento

Este momento se refere à compreensão dos educandos acerca da leitura do conto. Assim, foram identificadas 4 categorias iniciais (A, B, C e D), obtidas a partir do processo de unitarização das respostas aos questionamentos. Para cada uma das respostas foi feita a unitarização do texto, o que pode gerar diferentes categorias iniciais com a mesma resposta. Dessas 4 categorias, foram originadas duas categorias intermediárias, uma que se refere a algumas características físicas de um líquido (A + B + D) e outra às mudanças e impactos causados nesses líquidos e no meio em que estão inseridos, mediante ação humana (C). Dessas duas categorias intermediárias foi possível estruturar o sentido último atribuído ao conjunto das respostas dos alunos, expresso na categoria final (A + B + C + D). As categorias que emergiram, neste momento, estão explicitadas no Quadro 3, onde estão codificadas por letras e acompanhadas pela quantidade de US (o número entre parênteses) que as compõem.

Quadro 3 – Sistema de categorização baseado nas respostas obtidas em função das questões feitas no primeiro momento, respondidas após leitura, e da discussão e levantamento de hipóteses do roteiro.

Categorias Iniciais		Categorias Intermediárias	Categoria Final
A (9)	Quanto mais viscoso é um líquido, mais lento é o seu movimento.	(A + B + D)	(A + B + C + D)
B (8)	A alteração na viscosidade de um líquido se dá por mudanças em suas propriedades físicas e um método utilizado para verificar a viscosidade de um líquido é a medida do seu coeficiente de viscosidade, que pode ser expresso em centipoise, sua unidade de medida.	A viscosidade está relacionada a algumas características físicas de um líquido, como a mobilidade e a densidade, e alterações em suas propriedades físicas podem variar o seu coeficiente de viscosidade, dado em centipoise, aumentando ou diminuindo sua capacidade de movimento. (22)	A ação antrópica, como o derramamento de óleo nas praias do Nordeste, pode alterar a viscosidade da água e modificar tragicamente o ecossistema local, pois, líquidos mais viscosos movimentam-se com maior dificuldade, já que a viscosidade mede a dificuldade de movimento de um líquido, sendo ela relacionada a algumas características físicas desses líquidos e expressa em centipoise. (36)
C (14)	O derramamento de poluentes, óleos e rejeitos químicos – que interagem com a água –, e/ou até mesmo o deslizamento de barragens, podem alterar a viscosidade das águas dos rios e colocar em risco a vida que usufrui desse ambiente. Um exemplo é o caso do derramamento de petróleo nas praias do nordeste.	(C)	
D (5)	Água viscosa é uma água densa.	A poluição causada por atividades humanas, como o derramamento de petróleo nas praias do Nordeste, o despejo de rejeitos químicos, e/ou o deslizamento de barragens, pode alterar a viscosidade da água e pôr em risco o ecossistema local. (14)	

Amparados pelo conto, os alunos, identificados neste trabalho por meio dos códigos K1 a K9, foram capazes de responder aos questionamentos, destacando pontos que permeiam o conceito de viscosidade. Na sequência apresentamos as discussões sobre as categorias emergentes.

Algumas características físicas de um líquido: mobilidade e densidade

Em resposta ao questionamento 01 (Quais os motivos levaram Boero a pensar, durante sua visita ao Sangone, que “a água estava estranha?”), o aluno K3 argumenta: “Porque dava a impressão bem menos móvel, menos viva, viscosa”. Ainda em resposta ao mesmo questionamento, emergiram fragmentos como “a

água do rio estava ‘morta’, sem se mover”, “Por conta de suas ondas lentas”, “menos móvel, mais viscosa”, “ela [a água] se movimentava menos”, que demonstram a capacidade do conto em contribuir para que os alunos reflitam sobre a relação existente entre a viscosidade e o movimento do fluido, ou seja, quanto maior a viscosidade de um fluido, maior resistência ele encontrará ao movimento. Portanto, por meio destes emergentes, construiu-se a **categoria inicial A** (Quanto mais viscoso é um líquido, mais lento é o seu movimento), que vai ao encontro dos pressupostos teóricos que permeiam o conceito de viscosidade.

No que se refere ao questionamento 05 (Após a primeira análise, Boero conclui que a água do Sangone estava mais viscosa do que as águas dos outros rios. O termo “viscosidade” é abordado no texto em diferentes momentos. Que características o texto apresenta sobre esse conceito?), emergiram fragmentos como “O termo viscosidade, seria basicamente a condição física que a água apresentava”, “o teor do coeficiente de viscosidade da água” e “O teor de 1,30 centipoises tornou a água viscosa”. Tais ideias sinalizam a capacidade do conto em apresentar o conceito de viscosidade como propriedade intrínseca da matéria, e que pode ser mensurada de modo que os resultados divergentes dos valores teóricos podem atuar como indicadores de alterações físicas das substâncias. Vale ressaltar que o conto apresenta alguns valores para o coeficiente de viscosidade da água, expressos em centipoise (centi é o prefixo e poise é a unidade de medida). Por meio dos referidos emergentes, construiu-se a **categoria inicial B** (A alteração na viscosidade de um líquido se dá por mudanças em suas propriedades físicas e um método utilizado para verificar a viscosidade de um líquido é a medida do seu coeficiente de viscosidade, que pode ser expresso em centipoise, sua unidade de medida).

Despontou, também, a **categoria inicial D** (Água viscosa é uma água densa), composta por cinco US, pois se notou que frequentemente os termos densidade e viscosidade foram tratados como equivalentes. No conto, o trecho que mais se aproxima do conceito de densidade é “*todos os humores dos nossos corpos se adensaram e corromperam*” (Levi, 2005, p. 326 – grifo nosso), o que nos leva a refletir sobre essa equivalência estar fundada nos conhecimentos prévios dos alunos. No senso comum, a palavra densidade pode aparecer nas mais variadas formas, por exemplo, na forma de adjetivo ou figura de linguagem para representar ou expandir outros conceitos (Rossi *et al.*, 2008). As respostas obtidas indicam que o conceito de viscosidade se encontra entre tais considerações. Tal fato pode ser evidenciado, por exemplo, com a fala do aluno K9 em resposta ao questionamento 01, “*Na minha opinião isso me aparentaria estar denso*” (grifo nosso). Nesse caso, a ideia de que o movimento da água possui relação com a densidade baseou-se em conhecimentos previamente estabelecidos pelo próprio aluno. Desse modo, podemos dizer que o conto atua, de acordo com Rossi *et al.* (2008), como instrumento que permite verificar a dificuldade de aprendizagem sobre o conceito de densidade e de viscosidade. A partir desses conhecimentos, o professor pode proporcionar, entre outras coisas, a construção de conhecimentos significativos, por parte do aluno, no que diz respeito à densidade e algumas concepções acerca desse conceito.

A ação humana pode provocar mudanças e impactos nas propriedades de líquidos e no meio em que estão inseridos

Da **categoria inicial C** (O derramamento de poluentes, óleos e rejeitos químicos – que interagem com a água –, e/ou até mesmo o deslizamento de barragens, podem alterar a viscosidade das águas dos rios e colocar em risco a vida que usufrui desse ambiente. Um exemplo é o caso do derramamento de petróleo nas praias do nordeste), emergiu de um total de quatorze US. Amparados pelo conto, todos os alunos apresentaram, como foco central no discurso, em resposta aos questionamentos 02, 03, 04 e 05, a poluição; discorrendo sobre acidentes ambientais envolvendo rejeitos de mineração, produtos químicos e derramamento de óleo nos mares. Alguns alunos foram além ao relacionarem o conto com um derramamento de óleo ocorrido no litoral do nordeste brasileiro, como evidenciado nas falas dos alunos K7, “*bom como já estamos vendo no dia a dia que no Nordeste as águas estão cheias de óleo e isso altera a forma da água deixa ela mais viscosa, menos móvel pelo fato de ser mais pesada*”, e K9, “*Apesar de óleo e água não se misturarem a água não teria mais sua “saúde” como antes, pois já estaria poluída. Como, por exemplo a água do mar das praias do nordeste devido aos rejeitos de petróleo*”.

Diniz, Silva, Silva e Santos (2021), ao discutirem sobre Educação Ambiental, estabelecem que, o professor, para despertar nos alunos a consciência da importância da química, deve aproveitar situações de impactos ambientais visando um processo de ensino e de aprendizagem interdisciplinar. Dessa forma, o conto apresentou potencial em fomentar questões interdisciplinares, contextuais e problematizadoras, extrapolando o conceito de viscosidade para problemas contemporâneos.

Todas as ideias que emergiram do primeiro momento foram sintetizadas na **categoria final**: “*A ação antrópica, como o derramamento de óleo nas praias do Nordeste, pode alterar a viscosidade da água e*

modificar tragicamente o ecossistema local, pois, líquidos mais viscosos movimentam-se com maior dificuldade, já que a viscosidade mede a dificuldade de movimento de um líquido, sendo ela relacionada a algumas características físicas desses líquidos e expressa em centipoise”. Vale ressaltar que essa categoria surge do momento em que foram utilizados, durante a atividade, apenas o conto e as cinco questões iniciais. Esta síntese evidencia o potencial do conto em expor ideias fundamentais para o estudo e compreensão do conceito de viscosidade, entre os quais ressaltamos a ideia de **movimento de um fluido**, a **viscosidade como propriedade de matéria** e a interpretação de que **a densidade e viscosidade são equivalentes**, além da contextualização da viscosidade por meio da interpretação de que **a ação humana pode provocar mudanças e impactos nas propriedades de líquidos e no meio em que estão inseridos**, que podem fomentar importantes discussões na aprendizagem do referido conceito. Vejamos agora os pontos importantes do segundo momento.

Segundo momento

Este momento se refere ao experimento e aos questionamentos que buscaram problematizá-lo. O Quadro 4 apresenta as 4 categorias iniciais (A, B, C e D) que emergiram neste momento, que estão codificadas por letras e acompanhadas pela quantidade de US (o número entre parênteses) que as compõem. Em decorrência dos significados, foram obtidas duas categorias intermediárias, uma delas relacionada ao conto (A) e outra que diz respeito a fatores que podem alterar a velocidade de escoamento de um líquido (B + C + D). Das duas categorias intermediárias foi possível inferir o significado último do conjunto das respostas dos alunos, expresso na categoria final (A + B + C + D).

Quadro 4 – Sistema de categorização baseado nas respostas obtidas em função das questões feitas no segundo momento.

Categorias iniciais		Categorias Intermediárias	Categoria Final
A (6)	A amostra 02 possui comportamento semelhante à água do início do conto, e a amostra 03 possui comportamento semelhante à água no final do conto.	(A) É possível relacionar o comportamento das amostras utilizadas no experimento com o comportamento das “águas” apresentadas pelo conto. (6)	(A + B + C + D) Há uma correlação, entre as amostras de fluidos utilizadas no experimento com as “águas” apresentadas pelo conto, que está centrada na viscosidade, propriedade que expressa a resistência de um fluido ao escoamento, e que pode ser influenciada por mudanças nas propriedades físicas do mesmo. (33)
	B (7) O que afeta o tempo de escoamento é a estrutura molecular.	(B + C + D)	
	C (17) O que afeta o tempo de escoamento é a densidade.	A estrutura molecular e densidade são alguns dos fatores que podem alterar o tempo de escoamento de um fluido. (27)	
	D (3) Quanto maior a densidade, maior a viscosidade.		

Como planejado, os resultados experimentais seguiram o mesmo padrão em todos os grupos: a amostra 02, água potável, obteve o menor tempo de escoamento, enquanto a amostra 03, leite de coco, demandou mais tempo para escoar; padrão este que se relaciona, respectivamente, com as águas apresentadas no início (com maior mobilidade) e no final (com menor mobilidade) do conto. Na sequência apresentamos as discussões sobre as categorias emergentes.

O comportamento das águas do conto “Ótima é a Água” são comparáveis às dos líquidos no experimento

Em relação ao questionamento 01 (Quais das amostras apresentaram comportamentos semelhantes à água do início e à água no final do conto? Justifique.), ao confrontar as semelhanças entre as amostras experimentais e as “águas” apresentadas pelo conto, os participantes da pesquisa foram convidados a refletir sobre a ideia de que todo escoamento de fluidos envolve efeitos viscosos em algum grau (Çengel & Cimbala, 2015).

De um total de nove respostas, seis delas representam as seis US que fizeram emergir a **categoria inicial A** (A amostra 02 possui comportamento semelhante à água do início do conto, e a amostra 03 possui comportamento semelhante à água no final do conto), como exemplifica a resposta do aluno K7, “A água do início, podemos citar a água normal [amostra 02], e a água do final podemos mostrar a substância de número 3, por ser mais viscosa que as outras”, em que o aluno indica que a amostra 02 (água potável) assemelhou-se à água do início do conto por possui maior capacidade de se movimentar, enquanto que a amostra 03 (leite de coco) assemelhou-se à água no final do conto que, de acordo com o texto, é altamente viscosa.

Neste caso, além de pensar na correlação existente, o aluno justificou sua resposta com base no “*comportamento*” das “*águas do conto*” e das amostras utilizadas no experimento, conforme o que foi solicitado no questionamento. No entanto, nem todos os alunos utilizaram justificativas semelhantes.

De modo geral, os seis alunos foram capazes de compreender a correlação “*água (do conto)-amostra*”, entretanto, quatro deles não basearam suas justificativas no “*comportamento*”, mas em aspectos como “*aparência*”, “*pureza*” e “*densidade*”, conforme exemplifica a resposta do aluno K6, “*A amostra semelhante a água do início [do conto] foi a 2, por ser mais pura. A amostra semelhante à água do final foi a 3, onde a substância era mais grossa*”. As referidas justificativas, somadas ainda a três respostas que não puderam ser categorizadas, devido ao seu conteúdo, podem ser indicativos de que alguns alunos encontraram dificuldades na leitura e interpretação do questionamento proposto. Entretanto, como isso não impediu que os alunos compreendessem a existência da correlação “*água (do conto)-amostra*”, podemos ponderar que o conto, junto ao experimento, contribuiu com a reflexão de que diferentes fluidos apresentam níveis distintos de resistência ao escoamento.

Com exceção do questionamento 01, as demais perguntas (questões 02 a 08) aplicadas neste momento, como indicado no Quadro 2, tiveram como objetivo geral investigar como os alunos interpretavam, em nível molecular, o fato de que fluidos diferentes apresentam tempos de escoamento diferentes. Nesse sentido, os referidos questionamentos foram discutidos nesta pesquisa de forma conjunta, pois dialogam entre si, de forma que todos contribuíram para a construção das **categorias iniciais B, C, e D**, que serão tratadas a seguir.

Estrutura e densidade são alguns dos fatores que podem alterar o tempo de escoamento de um fluido

De acordo com Sampaio *et al.* (2015), as interações entre as moléculas no estado sólido e líquido são diferentes, sendo que nos líquidos as moléculas encontram-se mais afastadas, o que permite que elas deslizem umas sobre outras, dependendo do modo como essas moléculas interagem entre si. Já Çengel e Cimbala (2015, p. 929) indicam que “*o nível pelo qual um determinado fluido resiste à deformação, quando sujeito a tensão de cisalhamento (resistência ao atrito ou atrito)*”, pode ser conceituado como viscosidade. Em relação as diferentes viscosidades para os líquidos, Atkins, Laveman e Jones (2018) e Brown *et al.* (2016) afirmam que a viscosidade é a resistência de um líquido em fluir, e que diferentes líquidos possuem diferentes viscosidades, uma vez que este conceito está relacionado à facilidade que as moléculas possuem para se moverem umas em relação às outras, o que depende dos tipos de forças atrativas entre essas moléculas, de suas características estruturais e da possibilidade de as moléculas se arranjamem mais facilmente quando o fluido se move. Com base nessas ideias, realizou-se a análise das respostas dos alunos aos questionamentos 02 a 08. Os resultados são descritos a seguir.

Um total de 7 US fizeram emergir a **categoria inicial B** (O que afeta o tempo de escoamento é a estrutura molecular), indicando que os alunos foram capazes de pensar o escoamento dos fluidos em termos de “*estrutura molecular*”, como demonstra a resposta do aluno K9 ao questionamento 03, “*a água ‘pura’ (amostra 2) por ter sua estrutura e fórmula mais simples escoou mais rápido*”. Os demais participantes da pesquisa, como o aluno K3 que, em resposta ao questionamento 03, argumenta “*A amostra 3 que foi a que mais levou tempo para escoar, haverá um agrupamento mais denso [de espécies químicas] tornando-a mais ‘grossa’*”, insistiram em recorrer à densidade como principal justificativa para a questão do escoamento, como evidenciaram as 17 US da **categoria inicial C** (O que afeta o tempo de escoamento é a densidade), apontando para a ideia de que a densidade é o fator responsável por tornar um fluido mais ou menos viscoso.

Em suas respostas, alunos chegaram a expressar a ideia de que existe uma relação direta entre os conceitos de densidade e viscosidade. Nesse contexto, 3 US fizeram emergir a **categoria inicial D** (Quanto maior a densidade, maior a viscosidade), que pode ser representada pela resposta do aluno K7 (em relação ao questionamento 08), que descreve a viscosidade como algo que “*seja uma coisa com textura mais grossa e nível de densidade maior*”, em que os conceitos não necessariamente são tratados como similares, mas afirma-se que há uma relação de proporção entre ambos, ou seja, quanto maior for a densidade de um fluido, maior é a sua viscosidade, o que nem sempre é evidenciado ao se observar a realidade. Desse modo, podemos ponderar que a ideia preponderante foi a de que a densidade é um fator determinante no tempo de escoamento de um fluido. Entretanto quando observarmos a resposta do aluno K8 afirmando que “*Viscosidade, teria o mesmo sentido de densidade pois ambos se referem a quase a mesma coisa*” (grifo nosso), é possível perceber que a justificativa é contraditória, uma vez que, ao mesmo tempo em que viscosidade e densidade apresentam o “*mesmo sentido*”, o aluno conclui que ambos os conceitos são “*quase*”

a mesma coisa. A situação aponta para a dificuldade do aluno em compreender ambos os conceitos, e o que torna essa questão ainda mais relevante (e preocupante, de certa forma) é pensarmos que, em teoria, o conceito de densidade é tratado em sala de aula desde o ensino fundamental. Sobre a viscosidade, vale ressaltar que no momento da aplicação da atividade os alunos afirmaram ter pouco ou quase nenhum contato com esse conceito.

A forma como o conceito de densidade foi trabalhada com os participantes da pesquisa não é clara, logo, não se pode ponderar em relação a tal processo. Entretanto a palavra densidade ou palavras provenientes dela foram amplamente utilizadas pelos alunos, fato que vai ao encontro de Granda *et al.* (2017), que revelam o termo “densidade” como uma possível palavra-obstáculo para a aprendizagem do conceito de viscosidade, e que também mostra consonância com as ideias de obstáculo verbal de Bachelard (1996), quando este escreve que “nesse caso, tratar-se-á de uma explicação verbal com referência a um substantivo carregado de adjetivos, substituto de uma substância com ricos poderes” (Bachelard, 1996 p. 91), ou seja, um obstáculo que persiste e é assinalado constantemente, uma palavra usada que se remete a fenômenos variados, assim como foi observado em nossa pesquisa, onde os alunos fizeram uso do termo “densidade” em referência ao conceito de viscosidade.

De modo geral, mesmo os alunos apresentando dificuldades em pensar em termos de partículas, e problemas em discutir sobre a viscosidade nesses termos, observou-se que todos foram capazes de compreender a ideia de que o conceito de viscosidade está relacionado com a mobilidade de um fluido, de modo que, quanto maior a viscosidade, maior será o tempo de escoamento do líquido. Isso se evidencia, por exemplo, quando analisadas as representações gráficas elaboradas pelos alunos em resposta à questão 08 (Construa um gráfico que relacione a viscosidade das amostras com o tempo de escoamento), como exemplificado no gráfico elaborado pelo aluno K5 (Figura 1), que expressa a viscosidade em relação ao tempo de escoamento de um fluido.

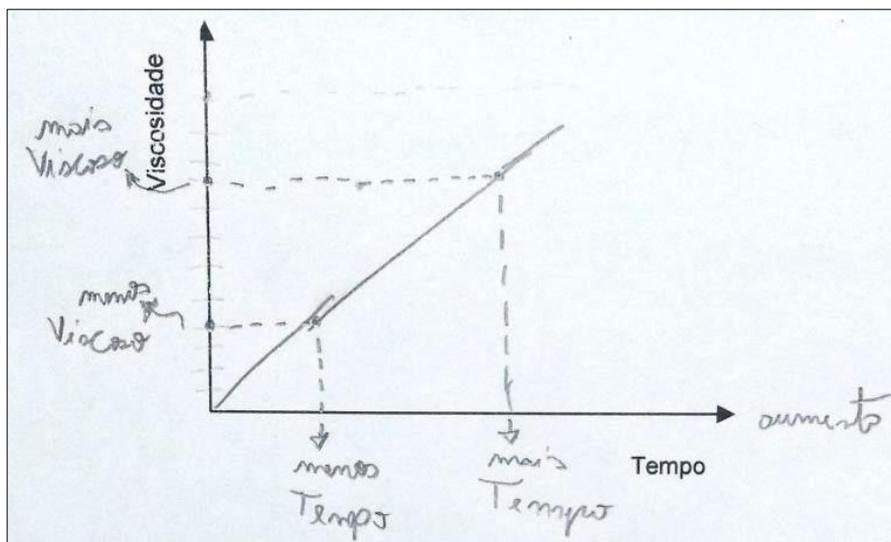


Figura 1 – Gráfico da viscosidade em função do tempo, elaborado pelo aluno K5.

Todas as ideias que emergiram do segundo momento foram sintetizadas na **categoria final**: “Há uma correlação, entre as amostras de fluidos utilizadas no experimento com as “águas” apresentadas pelo conto, que está centrada na viscosidade, propriedade que expressa a resistência de um fluido ao escoamento, e que pode ser influenciada por mudanças nas propriedades físicas do mesmo”.

Com o intuito de organizar e sistematizar as ideias discutidas durante a atividade, com base nos resultados experimentais e sob a mediação de dois dos pesquisadores, os alunos elaboraram, em conjunto, um gráfico de viscosidade em função do tempo, que foi exposto na lousa pelos pesquisadores. Durante esse processo, os alunos interpretaram conjuntamente o gráfico elaborado, e emergiram ideias como: quanto maior o tempo de escoamento, maior a dificuldade de movimento do fluido; quanto maior o tempo de escoamento, maior será a viscosidade do fluido. Assim, é possível perceber que os alunos conseguiram estabelecer relações pertinentes entre viscosidade, movimento e tempo de escoamento. Ainda, como fechamento da atividade, um dos pesquisadores apresentou aos alunos, algumas aplicações cotidianas do conceito de viscosidade, como o seu uso no controle de qualidade de tintas e pó para gelatina, assim como a definição

para o conceito de viscosidade: a viscosidade é a medida da resistência de um fluido ao seu fluxo; logo, quanto maior a medida da viscosidade, maior será a resistência do fluido ao seu fluxo.

Nesse contexto, destacamos que, para além da linguagem específica que caracteriza os diversos componentes curriculares, os professores precisam assumir um papel onde possa oferecer aos alunos, diversas oportunidades de ampliação e construção de conhecimentos, discutindo e problematizando conceitos científicos. Para tal, focalizamos a utilização da literatura, uma vez que todas as disciplinas escolares se alicerçam na linguagem escrita. Além disso, tal estratégia de ensino pode estimular o dinamismo em sala de aula e o protagonismo dos alunos, possibilitando-os o desenvolvimento da capacidade de assumir posicionamentos diante das perspectivas de um texto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Enfatizamos o fato de que uma abordagem de ensino que utilize a literatura para a aprendizagem de conceitos químicos aproxima áreas que, embora pareçam completamente distintas, podem proporcionar significativas contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem, promovendo situações de ensino que expressam significados da química no contexto social. Nessa linha de pensamento, concordamos com Giraldi & Galvão (2021) ao expressarem as seguintes palavras:

“Assim, salientamos a relevância de perspectivas de ensino de ciências nas quais a literatura ocupe um espaço mais abrangente que um mero pretexto para o ensino de conceitos científicos. Acreditamos que o mergulho em textos literários diversificados pode trazer contribuições significativas para a Educação em Ciências, na medida em que permite maior aproximação entre ciência e realidades cotidianas em toda sua complexidade, não apenas por defender uma compreensão de democratização de acesso à leitura, mas também pela possibilidade de ressignificação de narrativas a partir dessa experiência.” (Giraldi & Galvão, 2021, p. 4).

Além disso, considerando que a literatura e a ciência, e especificamente aqui, a química, são obras abertas, criam-se assim relações que permitem múltiplas interpretações, estabelecimento de diferentes diálogos e de novas perspectivas de aprendizagem, bem como podem caracterizar um trabalho interdisciplinar. Portanto, unindo a química e a literatura, o aluno tem ampliada a sua possibilidade de pensar a química e sobre a química, de refletir acerca do papel de tal ciência diante da sociedade ao envolver questões como as de ordem ética, social e política. Pode também permitir a interpretação de fenômenos científicos e deixar de considerar a química como disciplina desvinculada do cotidiano. Também acreditamos que o professor, ao trabalhar com o conceito de densidade em sala de aula, precisa estar atento e se ocupar de metodologias que sustentem processos de ensino e de aprendizagem que possibilitem ao aluno construir conhecimentos significativos.

Sobre a viscosidade, mesmo com as dificuldades apontadas nesse trabalho, julgamos que o conto “Ótima é a Água” pode contribuir significativamente para o ensino e aprendizagem do referido conceito, podendo ser utilizado como ferramenta problematizadora, capaz de fomentar discussões, tanto sobre o conceito em si, como em tantas outras questões de suma importância no ensino de química, como a ocorrência de problemas ambientais contemporâneos. Dessa forma, continuamos a concordar com Pinto Neto (2008), que há um espaço para a literatura no ensino de química.

Por último, consideramos importante informar ao leitor que não foi objetivo deste trabalho, avaliar e/ou diferenciar viscosidade de densidade. O objetivo foi investigar as potencialidades do conto “Ótima é a Água” no ensino de química, tendo como ponto de partida os processos de ensino e aprendizagem do conceito de viscosidade. Entretanto consideramos que esse trabalho possui potencial para discutir esses dois conceitos em conjunto. Para tanto, o mesmo pode ser readequado, por exemplo, incorporando um experimento que visa discutir o conceito de *densidade*, e questionamentos que se adéquam à nova proposta.

REFERÊNCIAS

- Atkins, P., Laverman, L., & Jones, L. (2018). *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre, RS: Bookman.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto.

- Boyd, B. (2009). *On the origin of stories*. Cambridge, United States of America: The Belknap Press.
- MEC (2002). *PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). Brasília, DF: MEC/SEMTEC.
- MEC (2018). *Base nacional comum curricular*. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC.
- Brown, T., Lemay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. W. (2016). *Química: a ciência central*. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil.
- Cancian, C. A. (2013). Efeito da temperatura na viscosidade dinâmica dos óleos lubrificantes SAE 5W20, SAE 5W30 e SAE 5W40. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 11(2), 228-238. <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v11i2.228238>
- Carvalho, A. M. P., De Oliveira, C., & Scarpa, D. (2014). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. In A. M. P. de Carvalho (Org.). São Paulo, SP: Cengage Learning.
- Catton, K. B., Webster, D. R., & Yen, J. (2012). The effect of fluid viscosity, habitat temperature, and body size on the flow disturbance of Euchaeta. *Limnology and Oceanography: Fluids and Environments*, 2(1), 80-92. <https://doi.org/10.1215/21573689-1894514>
- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2015). *Mecânica dos fluidos-3: fundamentos e aplicações*. Porto Alegre, RS: AMGH.
- Da Silva, A. M. (2011). Proposta para tornar o ensino de química mais atraente. *Revista de Química Industrial*, 711(7), 1-12. Recuperado de <https://www.abq.org.br/rqi/2011/731/RQI-731-pagina7-Proposta-para-Tornar-o-Ensino-de-Quimica-mais-Atraente.pdf>
- De Araújo Jr, J., & Santos Jr, S. S. (2018). Revisitando o experimento de viscosidade intrínseca de Shoemaker e Garland: uma abordagem ambiental. *Química Nova na Escola*, 40(2), 121-125. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160113>
- De Oliveira, A. G., & Silveira, D. (2013). A importância da ciência para a sociedade. *Infarma-Ciências Farmacêuticas*, 25(4), 169. <http://dx.doi.org/10.14450/2318-9312.v25.e4.a2013.pp169>
- Diaz, P. S., Vendruscolo, C. T., & Vendruscolo, J. L. S. (2004). Reologia de xantana: uma revisão sobre a influência de eletrólitos na viscosidade de soluções aquosas de gomas xantana. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, 25(1), 15-28. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/d46f/b52fd87b41ab506f9105b43c730453a77abd.pdf>
- Diniz, F. E., Silva, C. D. D., Silva, O. G., & Santos, D. B. (2021). O Ensino de química integrado a temas ambientais: um relato de experiência com escolares do ensino médio. *Research, Society and Development*, 10(8), 1-9. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17378>
- Giraldi, P. M., & Galvão, C. (2021). Educação científica e tecnológica e literatura: uma leitura de A Caverna de José Saramago. *Perspectiva*, 39(3), 1-20. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-795X.2021.e77506>
- Granda, L. P., Maximovitch, M. C., & Faria, A. G. V. (2017). Obstáculo epistemológico na aprendizagem do conceito de viscosidade. *Revista Debates em Ensino de Química*, 1(1), 62-71. Recuperado de <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1265>
- Inamura, P. Y. (2008). *Efeito da radiação gama sobre a viscosidade de soluções de gelatina e pectina utilizadas na indústria de alimentos*. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-14052012-143951/pt-br.php>
- Levi, P. (1988). *É isto um homem?* Rio de Janeiro, RJ: Rocco.
- Levi, P. (2001). *A tabela periódica*. Rio de Janeiro, RJ: Relume-Dumará.
- Levi, P. (2005). *71 contos de Primo Levi*. Rio de Janeiro, RJ: Companhia das Letras.
- Minayo, M. C. S. (2015). O Desafio da pesquisa social. In M. C. S. Minayo (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade* (pp. 9-29). (34a ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2020). *Análise textual discursiva*. Ijuí, RS: Editora da Unijuí.
- Morin, E. (2005). *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil.
- Morin, E. (2015). *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre, RS: Sulina.

- Murad, S., & Vicente, R. (2010). Ciência e literatura: irradiações e convergências. *Revista de Letras*, 50(2), 389-405. Recuperado de <https://periodicos.fclar.unesp.br/letras/article/view/4705>
- Navas, D. (2020). Literatura e ciência: campos antagônicos ou complementares? *Ciência e Cultura*, 72(1), 37-40. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000100012>
- Oliveira, P. W., & Santos, N. P. (2017). Literatura e química: possíveis interações. *Revista Scientiarum Historia*, 1(1), 1-9. https://doi.org/10.51919/revista_sh.v1i1.153
- SEED (2008). Diretrizes curriculares da educação básica. *Física*. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte. Paraná: SEED. Recuperado de http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_fis.pdf
- Pasqualini, J. C., & Lavoura, T. N. (2020). Transmissão do conhecimento em debate: estaria a pedagogia histórico-crítica reabilitando o ensino tradicional? *Educação em Revista*, 36, 1-24. <https://doi.org/10.1590/0102-4698221954>
- Pinto Neto, P. C. (2008). A química segundo Primo Levi. In XIV *Anais Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba, PR. Recuperado de <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0880-1.pdf>
- Pinto Neto, P. C. (2012). Química e literatura na formação de professores. *Educação: teoria e prática*, 22(40), 114-127. Recuperado de <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/6274>
- Rao, M. A. (2010). *Rheology of fluid and semisolid foods: principles and applications*. New York, United States of America: Springer.
- Rieutord, M. (2015). *Fluid dynamics: an introduction*. New York, United States of America: Springer.
- Rossi, A.V., Massarotto, A. M., Garcia, F. B. T., Anselmo, R. T., De Marco, I. L. G., Currello, I. C. B., Terra, J., & Zanini, M. C. (2008). Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização. *Química Nova na Escola*, 30, 55-60. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3072454/mod_resource/content/1/artigo%20densidade.pdf
- Sampaio, M. M., Vaz, E. L. S., Monteiro, M. A. A., Acciari, H., & Codaro, E. N. (2015). Uma atividade experimental para o entendimento do conceito de viscosidade. *Química Nova na Escola*, 37(3), 232-235. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150043>
- Silva, B. S., Neto, J. S. L., Silva, L. S., Cristian, P., & Barbosa, U. R. (2018). Quebra de correntes marinhas decorrentes dos corais: diminuição da velocidade da onda com o atrito de viscosidade. In *Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar*. Mineiros, GO. Recuperado de <https://unifimes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/view/484>
- Silveira, M. P. (2013). *Literatura e ciência: Monteiro Lobato e o ensino de química*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-01122014-153625/pt-br.php>
- Vaz, E. L. S., Acciari, H. A., Assis, A., & Codaro, E. R. (2012). Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade. *Química Nova na Escola*, 34(3), 155-158. Recuperado de http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_3/08-EEQ-111-10.pdf
- Vonnegut, K. *Matadouro 5*. (2019). Rio de Janeiro, RJ: Intrínseca.
- Zanetic, J. (2006). Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 13, 55-70. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/JDfShKQ4dxHXV7zWDx85ZcC/abstract/?lang=pt>
- Zunshine, L. (2006). *Why we read fiction*. Columbus, United States of America: The Ohio State University Press.

Recebido em: 03.08.2021

Aceito em: 23.02.2022