

# **Evidências de alfabetização científica em produções escritas de estudantes do Ensino Médio**

## **Evidences of scientific literacy in written productions of high school students**

### **Resumo**

Este trabalho se desenvolveu a partir de uma sequência de ensino e aprendizagem sobre soluções com o objetivo de analisar sua contribuição para o processo de alfabetização científica. A atividade foi desenvolvida com 40 estudantes da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública. A sequência foi iniciada com uma situação problematizadora acerca do acidente ocorrido no distrito de Mariana/MG. Ao final foi solicitado aos alunos que continuassem a referida estória, que foi objeto de análise da presente pesquisa. A produção textual discursiva, mediante a construção da estória, mostrou-se uma ferramenta valiosa para a análise dos indicadores de alfabetização científica. Os resultados salientaram diferentes indicadores de alfabetização científica, sendo os mais evidentes sobre as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. Todavia, uma única sequência de ensino é insuficiente para o desenvolvimento mais profundo de aspectos tidos como importantes para a formação da cidadania.

**Palavras chave:** alfabetização científica, sequência de ensino e aprendizagem, soluções químicas.

### **Abstract**

This work was developed from teaching and learning sequence about solutions with the objective of analyzing their contribution to the process of scientific literacy. The activity was developed with 40 students enrolled in the second grade from a public High School. The sequence was started with a problematizing situation regarding the accident occurred in the district of Mariana / MG. As the final step, the students produced a text in which should continue the story. These texts were analyzed in the present research in terms of scientific literacy. The production of texts showed to be a valuable tool for the analysis of scientific literacy indicators. The results showed different indicators of scientific literacy. The most evident indicator referred to relationships among science, technology, society and the environment. However, na unique teaching and learning sequence is insufficient for the further development of aspects considered important for the formation of citizenship.

**Key words:** scientific literacy, teaching and learning sequence, chemical solutions.

### **Introdução**

Há uma demanda cada vez maior da sociedade por tecnologias e avanços proporcionados pela ciência. Isso, porém, implica em desafios como a escassez de recursos naturais e a degradação ambiental. Nesse contexto, a Química ocupa lugar de destaque, conforme Mortimer et al. (2000): “A Química, ciência central na concepção de novos materiais, pode oferecer respostas a essa diversidade de demandas, através do conhecimento sobre a constituição, propriedades e transformações das substâncias.” (p. 274).

No entanto, tal ciência tem sido ensinada de forma desvinculada da realidade, enfatizando aspectos conceituais em detrimento a aspectos históricos e tecnológicos, com o objetivo de preparar os estudantes para prestarem exames classificatórios o que tem contribuído para a rejeição por parte de muitos alunos. Diante do exposto, percebe-se a necessidade de se buscar uma abordagem que favoreça a formação da cidadania (CACHAPUZ et al., 2011). Tal visão quanto ao ensino de ciências pode ser contemplada numa importante linha de pesquisa conhecida por alfabetização científica (AC), defendida por Chassot (2011) como o “conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (p. 62). Cachapuz et al. (2011) apresentam a tese democrática da AC segundo a qual é possível propor um currículo com um mínimo de conhecimentos específicos (acessíveis a todos) com abordagens globais e considerações éticas que permitam ao cidadão tomar decisões fundamentadas no conhecimento, avaliando-se seus riscos e benefícios.

Em termos de alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2011) propõem 3 eixos balizadores para sua delimitação: 1) Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; 2) Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; 3) Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. As mesmas autoras propõem que o nível de AC dos estudantes pode ser avaliado e desenvolvido a partir de dez indicadores baseados em competências próprias da atividade científica e que não são mutuamente exclusivos. São eles: a seriação de informações, a organização de informações, a classificação de informações, o raciocínio lógico, o raciocínio proporcional, o levantamento de hipóteses, o teste de hipótese, a justificativa, a explicação e a previsão de resultados.

Aproximar os estudantes de uma prática científica, mais especificamente em química, também significa ajudá-los no entendimento dos modelos, haja vista que a Química é uma ciência muito abstrata. Entre os conteúdos no currículo da Química, o entendimento das soluções é crucial para a compreensão de muitos outros tais como propriedades coligativas, eletroquímica e equilíbrios químicos. Autores como Carmo e Marcondes (2008) e Echeverría (1996) explicam que as dificuldades para o aprendizado do conteúdo soluções se dão, entre outros fatores, devido à ênfase dada durante o processo de ensino aos aspectos macroscópicos e quantitativos do tema em detrimento às características submicroscópicas da estrutura da matéria.

Ortolani et al. (2012) sugerem, além da necessidade de se trabalhar os aspectos microscópicos, uma abordagem contextualizada e que faça sentido para os estudantes, permitindo que desenvolvam e utilizem os modelos científicos na resolução de variadas situações-problema. Tais situações podem ser organizadas por meio de um conjunto de atividades, denominado aqui de sequência de ensino e aprendizagem (SEA). Sánchez e Valcárcel (1993) consideram uma SEA como uma “lista flexível de ações centradas fundamentalmente nos conteúdos e nas atividades de ensino, estando implícitos os objetivos e metas a alcançar.”<sup>1</sup> (p. 33, tradução do autor).

---

<sup>1</sup> Una lista flexible de acciones centradas fundamentalmente em los contenidos y las actividades de enseñanza, estando implícitos los objetivos o metas a lograr.

Nessa direção, o presente trabalho desenvolveu e aplicou uma SEA sobre soluções com o intuito de favorecer a alfabetização científica. Tal SEA foi estruturada com base em modelo publicado por Sánchez e Valcárcel (1993) e nos eixos de AC propostos por Sasseron e Carvalho (2011). O objetivo desta pesquisa foi analisar sua contribuição para o processo de AC dos estudantes.

## **METODOLOGIA**

A presente pesquisa foi realizada com estudantes da segunda série do Ensino Médio de uma escola estadual em tempo integral do sertão pernambucano na qual um dos pesquisadores leciona Química. Foram selecionados como sujeitos aqueles que entregaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelo responsável e que participaram de todas as sete etapas da SEA.

A SEA recebeu o título “O que tem na água?”, contando com 7 etapas desenvolvidas em 14 períodos de 50min cada: 1) Aplicação de questionário diagnóstico; 2) Leitura do texto “Um Problema de Todos” e exibição de vídeo com reportagem sobre o acidente ocorrido em Mariana, MG; 3) Exibição de vídeo da TV Química Nova na Escola, acerca das propriedades da água e das etapas do tratamento da água numa estação; 4) Análise da condutividade elétrica em diferentes amostras de água: água destilada, água da torneira, água mineral, água de barreiro, água do bebedouro da escola e água do mar; 5) Discussão conceitual acerca dos resultados obtidos no experimento utilizando animação do Phet; 6) Análise de rótulos de água mineral e suco; 7) Discussão acerca das respostas dadas às questões propostas em aulas anteriores e orientações sobre a escrita de texto com a continuação da estória “Um Problema de Todos”.

Para o presente estudo foi empregado como fonte de dados o texto final produzido pelos estudantes em que deveriam dar continuidade a estória apresentada no início. A estória abordava um diálogo entre três jovens acerca do acidente ocorrido no distrito de Mariana, Minas Gerais (MG), em novembro de 2015. Um dos personagens alegava não ter nenhuma relação com o ocorrido e que o problema não afetaria a vida no local em que moravam. Outra personagem, porém, contrapunha-se a este argumento, afirmando que o problema era de todos. Um terceiro estudante apresentava uma visão mais neutra. Ao propor uma continuidade da estória, os participantes da pesquisa deveriam expor suas ideias e argumentos com base no conhecimento químico, o que permite avaliar indicadores de AC.

Ao total, foram analisados 40 textos dos estudantes que participaram de todas as etapas e entregam o TCLE. Os sujeitos da pesquisa tiveram suas identidades preservadas. Os textos foram tratados com base nos indicadores de AC, buscando-se evidências dos eixos estruturantes de AC (SASSERON; CARVALHO, 2011), ou seja, para serem classificados em um dos referidos eixos, as produções precisariam apresentar os indicadores de AC, conforme proposição de Sasseron e Carvalho (2008).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Uma primeira imersão nas produções demonstrou que a maioria dos trabalhos narrou as etapas experimentais realizadas pelas personagens da estória, indicando quais hipóteses foram levantadas, como foram testadas e a quais conclusões elas chegaram. Isso se deu, provavelmente, devido ao modo como o roteiro experimental foi elaborado. As etapas eram apresentadas como tendo sido realizadas pelas personagens da narrativa. Assim, provavelmente os estudantes sentiram-se identificados com os jovens da estória. Contudo, nem todos os textos trouxeram evidências do uso social do conhecimento, um dos pontos fundamentais para a AC. A tomada de decisões e aplicação dos conhecimentos científicos na resolução de problemas

cotidianas é tida como um dos indicadores de alfabetização científica (CHASSOT, 2011; SASSERON; CARVALHO, 2011).

Em termos dos indicadores de AC, das 40 produções, 29 apresentaram evidências do eixo I (compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais), sendo o mais recorrente a explicação. Os conceitos mais utilizados foram os de íons, dissolução do sal de cozinha e água destilada, conforme trecho a seguir:

– Professor explicou dizendo: Léo, íons são átomos que perderam ou ganharam elétrons em razão de reações, eles se classificam em ânions e cátions. Ânion: átomo que recebe elétrons e fica carregado negativamente. Exemplos:  $N^{3-}$ ,  $Cl^-$ ,  $F^-$ ,  $O^{2-}$ . Cátion: átomo que perde elétrons e adquire carga positiva. (A59).

Essa etapa de escrita permitiu que os conceitos estudados fossem usados para produção das histórias e não meramente repetidos, visto que a aprendizagem “requer não apenas a compreensão de conceitos-chave, mas também o estabelecimento de vínculos significativos para trazer os conceitos a um todo coerente”<sup>2</sup> (SIRHAN, 2007, p. 8, tradução do autor).

A produção também permitiu identificar erros conceituais. O problema mais comum foi a falta de distinção entre compostos iônicos e moleculares. Dois estudantes descreveram o sal e cozinha como um composto molecular, ao passo que outros dois classificaram o açúcar como iônico. Ortolani et al. (2012) afirmam que uma única SEA não é suficiente para levar todos os estudantes a substituírem esquemas alternativos de explicação por aqueles subsidiados em modelos aceitos pela ciência. Todavia, a produção textual permitiu identificar inconsistências conceituais que podem ser novamente debatidas em sala de aula.

No que tange ao eixo II (compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática) procurou-se fragmentos textuais que demonstrassem uma compreensão por parte dos educandos da forma como o conhecimento químico é produzido (aproximação dos estudantes à cultura científica) incluindo o fato de que a Química, como qualquer ciência, não é algo estático nem muito menos imparcial. Seis trabalhos trouxeram indicadores mais evidentes para este eixo:

– A Samarco afirmou que não havia provas de contaminação por metais pesados, mas as reportagens mostravam e as análises feitas, que detectou sim metais pesados em níveis acima do permitido nas águas atingidas pelos rejeitos – corroborou o professor de Química. (A50).

Em tal narrativa o educando traz diálogos nos quais as personagens discorrem acerca das análises feitas nas águas do Rio Doce encomendadas por diferentes segmentos. Isso demonstra a apropriação de debates realizados em sala de aula. Na etapa 2 da SEA foram comparados dados das análises feitas pela Federação Nacional dos Médicos (FENAM) com aqueles oriundos de empresas contratadas pela Samarco, mostrando as contradições existentes. Na ocasião foi discutida a não neutralidade da ciência e o fato dela ser circundada por fatores políticos e econômicos. Naquela aula os estudantes afirmaram acreditar nos laudos da FENAM e não nos da Samarco.

No que diz respeito ao eixo III (entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente), pode-se perceber a presença de respectivos indicadores em vinte e duas narrativas, as quais evidenciaram preocupações com o uso social do conhecimento.

---

<sup>2</sup> “(...) requires not only the grasp of key concepts but also the establishment of meaningful links to bring the concepts into a coherent whole.”

Houve aqueles que destacaram dados acerca da tragédia no distrito de Mariana deixando clara a revolta (por meio do tom de indignação nas falas das personagens de suas narrativas) acerca do ocorrido e também com relação à impunidade dos respectivos responsáveis.

– O Rio Doce é “casa” para diversas espécies e inclusive, após essa tragédia, algumas espécies que só existem lá correm o risco de entrar em extinção – conclui o professor.

– Professor, o fato é que eu e os meninos tivemos uma pequena noção de que a contaminação da água do Rio Doce foi grandiosa – afirmou Bia. (A05).

O educando utiliza dados trazidos na situação problematizadora para justificar seu ponto de vista, concluindo que a contaminação foi “grandiosa”, ou seja, alcançou proporções impensáveis. Dessa forma ele se posiciona ante à tragédia, mas o faz de forma fundamentada, sendo essa uma das características da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Outros educandos demonstraram preocupação com a recuperação dos ecossistemas atingidos como se vê no trecho a seguir:

– É preciso restabelecer a oxigenação da água, tirar a lama que nela está, causadora das mortes dos peixes, pois não deixa a luz entrar na água impedindo a oxigenação – disse Léo. (A45).

Sendo assim, percebe-se que a SEA instigou mais da metade dos estudantes analisados nessa etapa (22) a não só avaliarem as problemáticas, mas também proporem soluções. Também ficou evidente que muitos dos sujeitos da pesquisa procuraram dados sobre poluição, especialmente por metais pesados, para subsidiar seus argumentos.

Alguns estudantes citaram o fato de a água, mesmo estando incolor, inodora e insípida, poder estar contaminada com metais pesados, sendo importante os órgãos competentes efetuarem análises na água que consumimos. Em muitos trabalhos, os educandos demonstraram preocupação com a divulgação do que estava sendo estudado, afirmando que a população deve ser esclarecida:

É gente, eu nunca tinha pensado desse modo, pois achava que na água não tinha nada, pelo fato de ser incolor e sem gosto. Mas todos esses pensamentos mudaram depois das conversas com vocês (...). Agora vou falar sobre tudo que aprendi pra minha família, pra eles cuidarem bem da água. (A36).

A necessidade de divulgação do conhecimento adquirido demonstra uma responsabilidade social por parte do educando (SANTOS, 2007), pois o mesmo compreende que o conhecimento não deve ficar apenas consigo, mas deve ser divulgado de modo a outras pessoas também aprenderem sobre os cuidados com a água. Este é um fato relevante na ciência, pois a etapa de comunicação dos resultados, tanto entre os pares, como para a população, é intrínseca à própria ciência e funciona para a validação do conhecimento.

## CONCLUSÃO

Considerando-se que o eixo III foi o mais evidenciado pelos estudantes em suas produções textuais. Mais da metade dos trabalhos analisados apresentaram indicadores sobre as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. Os estudantes demonstraram tais aspectos por meio de fragmentos nos quais refletiam acerca da situação dos moradores do distrito de Mariana, no intuito de evitar a poluição por metais pesados, os riscos que os mesmos trazem à saúde humana e ao meio ambiente, bem como formas de identificação da contaminação da água. Provavelmente, o apelo emocional proporcionou reflexões mais profundas gerando mais aprendizado sobre a Química como construção humana.

O eixo II, no entanto, teve pouca evidência, mesmo a SEA contando com etapas de análise da não neutralidade da ciência, por meio dos laudos controversos, e com atividades cuja proposta era aproximar os educandos de uma cultura científica (por meio do levantamento de hipóteses, teste de hipóteses e previsões dos resultados de fenômenos observados). Os indicadores de AC mais comuns nos textos foram a seriação de informação, a explicação e a justificativa, pois os alunos souberam utilizar dados apresentados nos textos fornecidos na SEA ou por eles pesquisados em outras fontes.

Fica evidente que uma única sequência de ensino é insuficiente para que os estudantes desenvolvam mais profundamente aspectos tidos como importantes para a formação da cidadania. Indubitavelmente, este é um indicativo que o trabalho na perspectiva da alfabetização científica deve permear constantemente as ações pedagógicas. Por fim, a produção textual discursiva, mediante a construção da estória, mostrou-se uma ferramenta valiosa para a análise dos indicadores de alfabetização científica.

## Referências

- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula: uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química nova na escola**, v.28, n. 2, p. 37-41, 2008.
- CHASSOT. **Alfabetização Científica**: Questões e desafios para a educação. 5. ed. Injuí: Editora Unijuí, 2011.
- ECHEVERRÍA, A. R. Como os estudantes concebem a formação de soluções. **Química nova na escola**, v. 3, p.15-18, 1996.
- MORTIMER, E. et al. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química nova**, v. 23, n. 2, p.273-283, 2000.
- ORTOLANI, A. et al. Aplicación de una propuesta de enseñanza sobre el tema “disoluciones” en la escuela secundaria: un estudio de caso. **Educación química**, v. 23, n. 2, p. 212-221, 2012.
- SÁNCHEZ, G.; DE PRO BUENO, A.; VALCÁRCEL PÉREZ, M.V. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la Educación Secundaria. **Enseñanza de las ciencias**, v. 15, n. 1, p. 35-50, 1997.
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. P. Almejando alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- \_\_\_\_\_. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SIRHAN, G. Learning difficulties in Chemistry: an overview. **Journal of Turkish Science Education**, v. 4, n. 2, p. 2-20, 2007.

