

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA TRANSFORMATIVA:
RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO DOCENTE INICIAL**

**LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA DESDE UNA PERSPECTIVA
TRANSFORMADORA: INFORME DE UNA EXPERIENCIA EN FORMACIÓN
INICIAL DOCENTE**

Rena de Paula Orofino

Universidade de São Paulo (USP)
r.orofino@usp.br

Kátia Dias Ferreira Ribeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)
katiadfr@usp.br

Lúcia Helena Sasseron

Universidade de São Paulo (USP)
sasseron@usp.br

Silvia Maria Pinheiro e Castro

Universidade de São Paulo (USP)
silvia.pinheiro.castro@gmail.com

RESUMO

Este relato de experiência aborda uma atividade do ensino superior, para estudantes de licenciatura em Biologia e em Física. Foram aplicadas atividades que emulavam as concepções de alfabetização científica discutidas atualmente, com o intuito de explicitar como cada uma das concepções se materializa em atividades de Ciências. Todas as atividades abordaram a fissão nuclear de forma interdisciplinar, entrelaçando Biologia, Física e Química. A turma foi capaz de identificar os elementos centrais de cada concepção de alfabetização científica e, a partir das respostas dos grupos, foi possível sistematizar os objetivos de aprendizagem de sequências didáticas na concepção III de alfabetização científica.

Palavras-chave: Alfabetização científica; Formação docente; Ensino de Ciências; Fissão Nuclear.

Eixo temático: 3. Formação docente em Ciências e Biologia

Modalidade: Relato de experiência pedagógica.

RESUMEN

Este relato de experiencia aborda una actividad de educación superior para estudiantes de pregrado en Biología y Física. Se aplicaron actividades que emulaban las concepciones de alfabetización científica actualmente discutidas, con el objetivo de explicar cómo cada una de las concepciones se materializa en las actividades científicas. Todas las actividades abordaron la fisión nuclear de manera interdisciplinaria, entrelazando Biología, Física y

Química. La clase logró identificar los elementos centrales de cada concepción de la alfabetización científica y, a partir de las respuestas, fue posible sistematizar los objetivos de aprendizaje de secuencias didácticas en la concepción III de la alfabetización científica.

Palabras clave: Alfabetización científica; formación docente; Enseñanza de las ciencias; Fisión nuclear.

Eje temático: 3. Formación docente en Ciencias y Biología

Modalidad: Relato de experiencia pedagógica.

INTRODUÇÃO

Alfabetização científica (AC)¹, embora seja um termo perene, já apresentou, desde sua criação (Hurd, 1956), diferentes concepções. A área de pesquisa em Educação em Ciências já se dedicou a definir o termo e também as diferentes formas para identificar se estamos alfabetizando cientificamente nossas turmas de estudantes. As publicações mais recentes (Silva e Sasseron, 2021; Valladares, 2021) vêm ampliando a abrangência do termo para incluir discussões que têm sido levantadas por outras áreas de conhecimento, como a sociologia, a filosofia, os estudos decoloniais e também pelos movimentos sociais relacionados a gênero e raça.

A ampliação da abrangência do termo dialoga com a proposta Silva e Sasseron (2021), de que as três principais concepções de AC são complementares e de que não seria possível desenvolver a concepção III de AC, a mais atual e pautada nas ideias de transformação social, sem os elementos da concepção I, que se ancora no reconhecimento da ciência como empreendimento intelectual e no uso de habilidades associadas procedimentos de investigação científica para o conhecimento de explicações científicas aceitas atualmente, e da concepção II, cujos focos estão no trabalho para a resolução de problemas e na análise destes em perspectiva que considere as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A concepção III de AC trouxe à tona a necessidade de considerar os problemas sociais, uma vez que sugere que os problemas a serem trazidos para as aulas de Ciências sejam aqueles que assolam toda a humanidade, como as mudanças climáticas. O tema mudanças

¹ A escolha por Alfabetização Científica se dá a partir de uma perspectiva Freireana de alfabetização, em que ela é compreendida como uma autoformação do sujeito, que incorpora novas práticas e modos de agir que impactam suas ações em sociedade.

climáticas, por exemplo, é um dos temas mais caros às Ciências atualmente e tem se beneficiado de conceitos discutidos em outras áreas, como o racismo ambiental, a noção de Sul Global, a descrição da ciência como prática social e generificada. Dessa forma, a discussão sobre mudanças climáticas nas aulas de Ciências passa a incorporar discussões sociopolíticas e tratar a turma de estudantes como capaz de criticar os feitos científicos.

A formação docente, inicial e continuada, usualmente que tem como diretriz a formação de docentes pesquisadores, a partir de suas próprias práticas e em diálogo com a literatura atualizada da área, nos ajuda a transportar a concepção de AC aqui defendida da pesquisa para a prática docente. Este relato discorre sobre uma situação de formação docente inicial que teve como tema as discutir as concepções de AC a partir da análise de atividades que representavam estas diferentes concepções.

Vale também ressaltar que um desdobramento da concepção III de AC é a importância de tratar os temas de forma interdisciplinar na educação básica. A formação docente ainda se baseia na formação disciplinar, focada em conhecimentos técnico-científicos em diálogo com conhecimentos pedagógicos. Uma das consequências dessa formação disciplinar é a insegurança que docentes das áreas científicas apresentam para formular atividades interdisciplinares.

Este relato se dá a partir de uma atividade planejada em conjunto por docentes da área de Ensino de Biologia, Física e Química, ofertada a estudantes de Metodologia do ensino de Biologia e de Física e tem por objetivo apresentar uma análise acerca da apreensão, por estudantes de licenciaturas, das peculiaridades das diferentes concepções de AC e a predisposição em implementar atividades pedagógicas alinhadas à concepção III da AC na Educação Básica.

DESCRIÇÃO DA TURMA DE ESTUDANTES

Este relato compreende os componentes curriculares de Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas e Metodologia do Ensino de Física de uma universidade pública da região Sudeste do país, durante o primeiro semestre de 2024. A atividade foi planejada conjuntamente por docentes da área de ensino de Biologia, Física e Química. Ambas as disciplinas são ofertadas para estudantes do 3º ano em diante da graduação. Cerca de 45

estudantes estavam presentes na atividade, com uma distribuição desproporcional, havendo uma pequena maioria de estudantes do curso de Física.

As disciplinas são ofertadas independentemente, e, em cada turma, o cronograma de atividades é diferente, com textos e temáticas diferentes, ainda assim, havia congruências entre as duas disciplinas, o que permitiu o desenvolvimento de atividades pontuais conjuntas entre as duas turmas. As turmas de estudantes já haviam realizado uma atividade conjunta anterior à relatada aqui, na temática da reforma do Ensino Médio a partir da lei 13.415/2017 (Brasil, 2017).

A aula foi organizada em uma breve fala inicial para contextualizar a atividade que seria realizada e as pessoas foram organizadas em trios ou quartetos que deveriam ser formados necessariamente por integrantes da Biologia e da Física, não podendo haver grupos formados por pessoas de apenas um dos cursos. Cada grupo recebeu uma atividade e deveria realizá-la (leitura e resposta às perguntas propostas) para, na sequência, discutir algumas questões propostas sobre a atividade realizada.

Aos grupos, foi solicitada a leitura do texto, que seria uma atividade voltada a estudantes do Ensino Médio e que respondessem quais são os temas trabalhados na atividade analisada, destacando trechos em que aspectos da construção de conhecimento em Ciências são abordados. Solicitou-se também que fosse relatado o esforço ou que habilidades e/ou conhecimentos foram mobilizados para responder às perguntas associadas à atividade. Passada essa etapa de análise, foi realizada socialização e sistematização das respostas com a turma toda. A exposição dos grupos focalizou a temática, os conceitos e as práticas científicas identificadas. As ideias trazidas foram registradas na lousa pelas professoras, possibilitando a comparação entre as atividades realizadas pelos diferentes grupos. A etapa da discussão em grande grupo teve duração de uma hora e meia.

A etapa final da discussão foi organizada de forma a permitir que as professoras sistematizassem e formalizassem as diferentes concepções de AC e, por fim, a turma foi consultada quanto aos desafios e dificuldades previstos para a implementação da atividade na educação básica. Após a discussão formal, a discussão continuou a partir de perguntas mais informais sobre a docência. Mesmo após a turma ser dispensada, um pequeno grupo de estudantes (aproximadamente 15 pessoas) permaneceu em sala e foi

possível discutir casos mais particulares a partir de situações pessoais ou de estágio. No total, a aula teve duração de quatro horas.

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

A equipe docente elaborou quatro textos, todos intitulados “Radiações: uso e implicações”. A temática dos textos era semelhante e em todos estavam contemplados conceitos de fissão nuclear, modelos atômicos e efeitos das radiações ionizantes nos organismos. Cada um dos textos foi elaborado com conteúdos pertinentes a uma das concepções de AC. A concepção I foi contemplada na Atividade 1, a concepção II na Atividade 2 e a concepção III de AC foi representada em dois textos diferentes (Atividade 3 e Atividade 4), com a intenção de salientar as possibilidades de participação, discutidas por Valladares (2021). Todas as atividades eram compostas por um texto de aproximadamente três páginas e algumas questões.

A atividade 1 era composta pela conceituação de fissão nuclear, esquematização do fenômeno, formalização do modelo de átomo e descrição dos principais conceitos relacionados. Alguns nomes de cientistas são citados, relacionados aos conceitos apresentados, sem detalhes sobre a vida pessoal ou carreira acadêmica. A Segunda Guerra Mundial é citada como cenário que incitou a pesquisa sobre a produção das bombas atômicas, sem mais detalhes sobre o contexto político. As perguntas da atividade eram conceituais e as respostas esperadas estavam dispostas no texto.

A atividade 2 também apresentava os conceitos de fissão nuclear, formalização do modelo de átomo e descrição dos principais conceitos relacionados, porém, com menor nível de detalhamento. Foram apresentados alguns procedimentos científicos, a história pessoal e profissional de cientistas relacionados à descoberta da fissão nuclear, além do elemento temporário e passível de erro. Por fim, são apresentados alguns dos usos benéficos e consequências negativas das radiações ionizantes nos organismos vivos. As perguntas fomentam a relação entre conceitos e a relevância social do tema apresentado.

A atividade 3 apresentava brevemente os conceitos de fissão nuclear, mencionando a História da Ciência associada à descoberta, dando destaque aos trabalhos de Otto Hahn e de Lise Meitner, além de abordar modelos atômicos, ressaltando cientistas associados à

construção de diferentes modelos. Tratava do funcionamento da bomba, modelos atômicos, fissão nuclear, além de discutir as consequências das radiações ionizantes nos organismos a partir das histórias de Hiroshima e Nagasaki (ambas cidades do Japão), bombardeadas pelos Estados Unidos ao final da Segunda Guerra Mundial, com ênfase nas consequências biológicas e destaque às consequências imediatas e hereditárias das radiações ionizantes e danos físicos estruturais. As perguntas da atividade provocam a discussão sobre a ética científica e sobre a legitimidade do uso do conhecimento sobre fissão nuclear para propósitos bélicos.

A atividade 4 é bastante semelhante à atividade 3, porém, não foram apresentadas as consequências do lançamento das bombas nucleares e, sim, as escolhas do grupo de cientistas para a construção dos laboratórios de pesquisa nos Estados Unidos sobre fissão nuclear e para o desenvolvimento de bombas atômicas, ressaltando o aspecto social da instalação do campo de Los Alamos para a população nativa da região. De forma geral, o texto aborda sobre a construção do conhecimento inserida em um contexto social específico, com evidência do caráter ético da ciência. Expõe-se sobre a construção da bomba com abordagem da fissão nuclear, modelos atômicos e radiação ionizante com destaque às consequências biológicas. As consequências das radiações ionizantes para os organismos são apresentadas a partir da explicitação das pesquisas realizadas por aproximadamente três décadas entre 1940 e 1970 também nos Estados Unidos e com status sigiloso devido ao contexto da Guerra Fria. As perguntas da atividade provocam a discussão sobre a ética científica, a discussão sobre as escolhas feitas pelo grupo de cientistas para a construção do conhecimento científico sobre fissão nuclear nos Estados Unidos e sobre o caráter coletivo da construção do conhecimento científico.

CONHECIMENTOS MOBILIZADOS E DISCUSSÕES SOBRE A FORMAÇÃO DOCENTE

Os grupos que analisaram a Atividade 1 apresentaram que, para responder às perguntas, era necessário somente a busca de palavras-chave, já que as respostas estavam prontas no texto. Alguns expressaram tédio ao realizar a atividade, lendo primeiro as perguntas para depois ler o texto. De acordo com esses grupos, o texto não informa sobre a construção de conhecimento, não há a necessidade de contextualização e são apresentados conteúdos factuais, ainda assim, relataram haver elementos de História da ciência no texto. Os temas

identificados foram fissão nuclear, produção de energia, modelo atômico, partículas subatômicas, isótopos atômicos, processo de enriquecimento do urânio, reação em cadeia, radiação ionizante e projeto Manhattan.

Os grupos que analisaram a Atividade 2 afirmam que parte das respostas às perguntas era encontrada no texto, mas que também foi necessário estabelecer relações a partir de discussão e negociações entre os componentes dos grupos e reorganização de informações. Uma das pessoas relatou que a estratégia de ler as perguntas antes de ler o texto não funcionou. Identificou-se a abordagem de conteúdos conceituais com considerável complexidade envolvendo radiação ionizante, modelo atômico e fissão nuclear. Reconhece-se por meio do texto o caráter provisório e a não linearidade do conhecimento científico, a possibilidade de dissensos no processo de sua construção e sua relação com o social. Entende-se que há órgãos que regulam a produção e socialização de conhecimentos científicos. Considera-se também a história e natureza da ciência com destaque à importância do trabalho coletivo.

Os grupos que analisaram a Atividade 3 reconhecem que as respostas às perguntas não são encontradas no texto e que prevalecem questões relacionadas à ética e à moral, inclusive questionando-se os motivos para a construção da bomba, em detrimento da abordagem de conteúdos conceituais, mas esses, ao serem apresentados, são caracterizados por sua complexidade. Os grupos reconhecem que o processo de leitura foi diferente dos grupos anteriores, pois "não existe resposta explícita no texto". A História da Ciência é reconhecida como relevante no texto com ênfase nos personagens ou cientistas relacionados ao fenômeno. O texto apresenta a influência dos debates políticos que estão em voga no contexto histórico da construção do conhecimento. Por outro lado, um dos relatos explicita que o grupo usou conhecimentos além dos incluídos no texto para responder às perguntas, o que indica que a atividade 3 precisaria ser mais longa caso fosse aplicada na educação básica.

Os grupos que analisaram a Atividade 4 afirmaram que não há nenhuma possibilidade de se responder às perguntas copiando trechos do texto, e que, para isso, foi necessária interpretação de ideias e posicionamento em relação ao que leram, bem como negociação de respostas entre os pares, enfatizando que a discussão foi importante para melhor elaboração das ideias. Exigiu também deles a busca de respostas fora do texto, por

exemplo, sobre ética. As respostas geraram divergências entre as pessoas dos grupos, o que nos parece rico para o processo, uma vez que a participação social é construída a partir da negociação de diferentes percepções do mundo.

Uma das expectativas que tínhamos era que a atividade fosse suficiente para que a própria turma levantasse as características das diferentes concepções de AC. Entendemos que isso foi alcançado, pois as diferentes atividades e, em especial, a discussão em torno delas, permitiu que fossem ilustradas as principais diferenças entre as concepções de AC. Ao afirmarem as ações necessárias para resolver a atividade, cada grupo foi complementando o quadro que criamos e, a partir desse, as docentes ressaltaram tais características.

Algumas respostas, porém, demonstraram que há algumas dificuldades na compreensão sobre a discussão de Natureza da Ciência ou ainda de procedimentos científicos enquanto sinônimo de processo de construção de conhecimento. A Atividade 1 nomeava alguns cientistas e isso foi compreendido como algo semelhante ao que foi abordado na Atividade 4, a qual indicava as escolhas feitas por cientistas e alguns dos dilemas pelos quais haviam passado. Uma explicação possível para tal dificuldade de comparação pode ser o fato de que cada grupo de estudantes recebeu apenas uma das atividades, não tendo acesso ao texto na íntegra das demais, apenas ao relato feito pelos outros grupos. Ainda assim, é possível que, por não estarem acostumados a vivenciar atividades que esmiúçam elementos de Natureza da Ciência, a turma teve dificuldade de analisar criticamente esse aspecto das atividades.

Com relação à confusão entre procedimentos e processo científico, atribuímos à noção canônica de "método científico" como método único de construção da ciência a dificuldade de algumas pessoas em perceberem que os procedimentos são ações pontuais e de cunho técnico (Windschitl, Thompson e Braaten, 2008), enquanto que o processo de construção do conhecimento científico envolve todas as etapas da pesquisa científica, da concepção da pergunta, passando pela busca de financiamento, apoio de pares, escolhas sociopolíticas para a realização das atividades laboratoriais (no caso relatado), construção das conclusões e decisão sobre a criação de bombas atômicas a partir do conhecimento construído.

De forma geral, a turma de estudantes revelou desconforto em abordar o tema com turmas do Ensino Médio, principalmente como contemplado nas Atividades 3 e 4, pois a

possibilidade de criar um ambiente de dissensos diante do qual tinham um posicionamento, poderia interferir no processo do debate. Ao se imaginarem docentes em uma situação didática como a emulada nas Atividades 3 e 4, identificaram que a ideia que consideram mais apropriada poderia não ser consensual e que sentiriam alguma insegurança ao debater com alguém que defendesse algo não mais aceitável, como o nazismo. A turma demonstrou concordância acerca da presença de questões éticas no Ensino de Ciências, porém mostrou-se insegura para promover discussões polêmicas. Essa insegurança poderia ser devido tanto às questões pedagógicas quanto a questões de relações interpessoais, de gestão escolar ou da interferência de familiares. Tais possibilidades foram relatadas nas experiências de estágio nas escolas, de conflitos entre docentes diante de temas polêmicos ou proibição por parte da escola de tratamento de certos temas em sala de aula. Revela-se também a necessidade de que a pessoa docente tenha conhecimentos para além do da ciência em questão.

Por fim, a turma percebe a relevância da forma como as Atividades 3 e 4 foram apresentadas e destaca a necessidade dessa abordagem estar presente na formação inicial dos professores de Ciências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade foi rica e nos permitiu evitar uma aula puramente expositiva. O debate em pequenos grupos e posterior socialização no grande grupo oportunizou que todos conhecessem as quatro atividades e percebessem as diferentes abordagens e definições de AC por meio da abordagem de um tema objeto de estudo dos três campos de conhecimento da área das Ciências da Natureza.

Acreditamos que a coerência entre defender a aprendizagem como sendo social e protagonizada pela pessoa aprendiz com o ensino na licenciatura desta mesma forma é importante para a mudança da percepção ingênua docente. Em outras palavras, para que uma pessoa aprenda que deve ensinar de forma a dar protagonismo à turma de estudantes, é necessário que ela seja formada (mesmo que parcialmente), e vivencie atividades em que atua como protagonista.

Existem outras maneiras possíveis de sistematizar as informações das respostas discentes ao longo da atividade que podem ser melhor organizadas do que a lousa, como utilizado

na aula relatada. O espaço do quadro não foi suficiente para o registro detalhado das respostas dos grupos e também, ao longo da discussão, as anotações passaram a ser sobrepostas, o que pode ter gerado uma confusão e dificuldade de compreensão por parte de algumas pessoas. Entendemos que uma planilha ou uma tabela em editor de texto no computador poderia ser projetada durante a discussão, o que permitiria também o compartilhamento da sistematização das ideias com a turma após a aula. Ainda assim, conseguimos minimamente criar paralelos e comparações entre os itens listados, além de mediar o que foi escrito e porquê.

As análises de atividades da educação básica nas aulas de metodologia do ensino são uma estratégia amplamente utilizada na formação inicial docente. A experiência aqui relatada nos permite afirmar que a análise de atividades pode ser realizada antes da discussão teórica dos temas pretendidos, de forma a mobilizar os conhecimentos dos discentes para construções coletivas sobre temas importantes ao Ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Portal da Legislação, Brasília, 16 fev. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm>. Acesso em: 15 mai. 2024.

HURD, P. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416. 1998. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G)

SILVA, M. B.; SASSERON, L.H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a

transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, n. 1, 2021.
<https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>.

VALLADARES, L. Scientific literacy and social transformation: critical perspectives about science participation and emancipation. **Science & Education**, v. 30, p. 557–587, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>.

WINDSCHITL, M., THOMPSON, J., BRAATEN, M. Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. **Science & Education**, v. 92, p. 941-967, 2008. <https://doi.org/10.1002/sce.20259>