Uso do Arduino como ferramenta didática para o ensino de poluição atmosférica e química no ensino médio

Walter Aparecido Bezerra[1*], Arnaldo Alves Cardoso[2], Adriana S. Posso[3], João Flávio da S. Petruci[4], Suzete R. C. Wiziack[5]

[1 *] Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, Brasil

[2] Instituto de Química de Araraquara, Dep. de Química Analítica (UNESP), Araraquara, SP, Brasil

[3] Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, Brasil

[4] Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Minas Gerais, Brasil

[5] Instituto de Biociência, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo Grande, MS, Brasil

[1*]walteraparecidobezerra@gmail.com

Resumo expandido

O presente trabalho teve como objetivo investigar o potencial pedagógico do uso de um fotômetro construído com Arduino no ensino de conteúdos tradicionais da Química e conceitos relacionados à colorimetria e ao monitoramento da poluição atmosférica, promovendo uma educação científica contextualizada e articulada à Educação Ambiental. A proposta surgiu durante o desenvolvimento de um fotômetro destinado ao monitoramento de poluição atmosférica, no âmbito de pesquisa de mestrado sobre dióxido de nitrogênio e ozônio na atmosfera de Rondonópolis, MT. Durante a pesquisa, evidenciou-se que o fotômetro construído na plataforma Arduino extrapolava sua finalidade inicial, revelando potencial pedagógico. A inserção do equipamento nas aulas de Química ocorreu em uma escola estadual do município de Rondonópolis, onde o pesquisador atua como docente. Com a intervenção didática, buscou-se favorecer a ancoragem de novos conceitos científicos, tais como absorbância, concentração e reações químicas a partir de experiências concretas. A utilização de tecnologia aberta e de baixo custo, como o Arduino, favorece a democratização do ensino científico ao reduzir a dependência de laboratórios sofisticados e ampliar as possibilidades de práticas investigativas em escolas com limitações de infraestrutura. Metodologicamente, a transposição do fotômetro do contexto acadêmico para a escola aproximou-se dos pressupostos da pesquisa-ação e da pesquisa-intervenção, articulando produção de conhecimento, reflexão sobre a prática docente e transformação do contexto educativo. O professor assumiu o papel de pesquisador de sua própria prática, produzindo conhecimento situado e comprometido com a melhoria do ensino, em um contexto no qual a Química é frequentemente percebida como abstrata e centrada na memorização. Nesse cenário, a utilização de dados reais associada à apresentação de um equipamento construído pelo professor demonstrou-se uma estratégia capaz de mobilizar o interesse e a curiosidade dos discentes. A primeira atividade realizada na escola foi uma aula introdutória, com duração de 2 horas, realizada no contraturno para uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Participaram da atividade 15 estudantes.

A turma foi selecionada em razão do interesse demonstrado pelos estudantes por tecnologias baseadas em Arduino, associado à participação de muitos deles no curso de Mecatrônica do SENAI e ao desenvolvimento, no currículo, de temas relacionados à Educação Ambiental. A abordagem foi dialógica, permitindo que os estudantes refletissem sobre as causas e os impactos da presença de dióxido de nitrogênio e ozônio na atmosfera. Os estudantes demonstraram grande interesse, fazendo perguntas e manipulando o fotômetro e os demais componentes utilizados na amostragem da poluição atmosférica. Em outro momento, os estudantes de uma turma do 2º ano foram convidados a participar do minicurso on-line III SeqWeb Química, do Instituto Federal do Piauí, sobre o uso de Arduino e reações colorimétricas no estudo de nitrogênio e ozônio troposférico. O evento teve carga horária de 4 horas, distribuídas em dois dias, e contou com o pesquisador como ministrante. A turma foi selecionada em razão de recorrentes dificuldades de aprendizagem e indisciplina relatadas pelos professores, buscando ampliar o engajamento dos estudantes por meio de uma atividade científica contextualizada. Participaram dessa atividade 20 estudantes. A infraestrutura do evento promoveu o trabalho conjunto entre discentes da escola estadual e os acadêmicos do Instituto Federal. Essa experiência ampliou o contato dos estudantes da escola com espaços formativos externos, fortalecendo a inserção na cultura acadêmica. Esta atividade demonstra que tecnologias científicas podem ser produzidas com recursos acessíveis e ainda favorece o desenvolvimento de atitudes responsáveis diante das mudanças climáticas e da Educação Ambiental Crítica, estimulando a formação de sujeitos capazes de analisar dados, interpretar fenômenos e agir de forma consciente para transformar sua realidade, indo além da memorização de conteúdos. Segundo os relatos dos estudantes, a atividade foi considerada interessante e produtiva, despertando entusiasmo pela participação no evento. Também foi observada pelo docente a boa participação desses estudantes durante o minicurso, o que ajuda a evidenciar que esta atividade atingiu seu objetivo inicial. Como atividade experimental central e como estes estudantes do 2º ano já haviam participado do minicurso citado anteriormente no 2º bimestre, agora já no 3º bimestre o professor propôs uma atividade experimental no laboratório da escola com duração de 2 horas. Os estudantes utilizaram o fotômetro para a determinação da concentração de permanganato de potássio por método colorimétrico, simulando procedimentos da Química Analítica. A aula integrou conceitos de soluções, concentração, diluição, absorbância, construção de curvas de calibração e interpretação gráfica. Dessa forma, conceitos matemáticos tradicionalmente apresentados de forma abstrata foram relacionados à prática experimental. A leitura da intensidade luminosa foi realizada com o fotômetro, retomando-se os princípios de absorção de luz e sua relação com a concentração. Os dados foram organizados em planilha eletrônica pelos estudantes, permitindo trabalhar a organização dos dados experimentais, aplicação de fórmulas e construção de gráficos. Do ponto de vista pedagógico, essas atividades configuram-se como práticas de aprendizagem ativa e investigativa, promovendo trabalho colaborativo, manipulação de materiais e desenvolvimento do raciocínio lógico. Como principais resultados, observou-se maior engajamento de estudantes que tradicionalmente apresentavam dificuldades, sugerindo que a experimentação contextualizada pode ressignificar a experiência escolar. O contato com o Arduino também ampliou a compreensão dos estudantes sobre as possibilidades dessa tecnologia em contextos acadêmicos e profissionais. A avaliação positiva dos resultados da inserção do Arduino nas

aulas baseou-se em observações sistemáticas realizadas pelo professor-pesquisador, registradas em diário de campo, registros fotográficos, observação participante e relatos dos próprios estudantes. Entre as evidências destacaram-se a participação voluntária nas atividades, o interesse demonstrado por meio de perguntas e da manipulação dos equipamentos, a interação durante o minicurso e as atividades experimentais, além do envolvimento na coleta e análise dos dados. Os relatos dos estudantes reforçam a percepção de que o fotômetro construído com Arduino favoreceu o interesse, a participação e as discussões sobre Educação Ambiental. A investigação terá continuidade em pesquisa de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na linha de Educação Ambiental, aprofundando o potencial pedagógico do uso de protótipos com Arduino no ensino de Química, na perspectiva CTSA. Dessa forma, conclui-se que o fotômetro construído na plataforma Arduino configura-se não apenas como instrumento de monitoramento ambiental de baixo custo, mas também como ferramenta didática capaz de promover alfabetização científica, experimentação investigativa e reflexões sobre questões socioambientais contemporâneas, contribuindo para a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir criticamente diante de problemas socioambientais contemporâneos.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Arduino; Ensino de Química; Experimentação investigativa; Poluição atmosférica