

Desvendando o impacto dos agrotóxicos na agricultura através da Química e da Matemática

Gabriela Salvati Deconti*

Dara de Souza e Silva

Alexandre Mesquita

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul - RS, Brasil

*Autor correspondente: gsdeconti@ucs.br

Recebido: 25 de Novembro de 2024

Revisado: 30 de Novembro de 2024

Aceito: 07 de Dezembro de 2024

Publicado: 20 de Dezembro de 2024

Resumo: O avanço tecnológico tem impulsionado a produtividade agrícola, mas também gerado desafios ambientais e sociais, como perda de biodiversidade, desmatamento e contaminação de solos e águas devido ao uso de agrotóxicos. Nesse contexto, surge a questão de como equilibrar a produção de alimentos em larga escala com a preservação ambiental e a saúde pública. Este trabalho propõe uma atividade interdisciplinar que visa explorar essa problemática, oferecendo a estudantes do Ensino Médio uma compreensão aprofundada dos desafios e possíveis soluções para uma agricultura sustentável, integrando conhecimentos de Química e de Matemática. A proposta está fundamentada na Teoria de Aprendizagem Significativa pois os alunos já possuem um conhecimento acerca da temática e, a partir do conhecimento prévio, propõe-se uma sequência didática interdisciplinar para promover a aprendizagem de funções orgânicas na disciplina de Química e de álgebra e probabilidade e estática em Matemática. A sequência didática está organizada em nove encontros de 50 minutos cada, mais uma pré-aula antes da sequência. Para a avaliação, estão previstas tarefas como resolução de problemas, autoavaliação e avaliação por pares.

Palavras-chave: Agricultura sustentável, interdisciplinaridade, investigação, ensino de Química, ensino de Matemática.

Unraveling the impact of pesticides on agriculture through Chemistry and Mathematics

Abstract: Technological advances have boosted agricultural productivity, but they have also generated environmental and social challenges, such as loss of biodiversity, deforestation, and contamination of soil and water due to the use of pesticides. In this context, the question arises of how to balance large-scale food production with environmental preservation and public health. This work proposes an interdisciplinary activity that aims to explore this issue, offering high school students an in-depth understanding of the challenges and possible solutions for sustainable agriculture, integrating knowledge of Chemistry and Mathematics. The proposal is based on the Theory of Meaningful Learning because students already have knowledge about the subject and, based on their prior knowledge, an interdisciplinary teaching sequence is proposed to promote the learning of organic functions in Chemistry and of algebra and probability and statics in Mathematics. The teaching sequence is organized into nine meetings of 50 minutes each, plus a pre-class before the sequence. For assessment, tasks such as problem solving, self-assessment, and peer review are planned.

Key-words: Sustainable agriculture, interdisciplinarity, research, teaching Chemistry, teaching Mathematics.

Introdução

O avanço tecnológico tem sido um pilar fundamental no incremento da produtividade agrícola, permitindo um aumento expressivo na quantidade de alimentos produzidos por unidade de área. Esse fenômeno não apenas contribuiu para uma maior oferta de alimentos à população mundial, mas também trouxe

consigo desafios ambientais e sociais significativos. A expansão agrícola frequentemente implica na conversão de ecossistemas naturais em áreas de cultivo, o que pode resultar em perda de biodiversidade, desmatamento e processos de desertificação. Paralelamente, a dependência de insumos químicos para a manutenção da produtividade agrícola elevada tem levantado preocupações quanto aos impactos ambientais e à saúde humana, incluindo contaminação de solos e corpos d'água, resistência de pragas e doenças, e efeitos adversos em trabalhadores rurais e comunidades locais.

Diante desse cenário de intensificação agrícola e uso de agrotóxicos, surge uma questão crucial: como podemos equilibrar a necessidade de produzir alimentos em larga escala com a preservação ambiental e a saúde pública? Considerando os aspectos econômicos, sociais e ambientais, quais alternativas sustentáveis podem ser propostas para mitigar os impactos negativos associados ao uso de agrotóxicos, sem comprometer a produtividade agrícola necessária para atender à demanda alimentar crescente? A dicotomia entre o uso de agrotóxicos e a premência econômica coloca-nos diante de um dilema: utilizamos esses insumos químicos para garantir a colheita ou arriscamos perder a lavoura?

Assim, neste artigo busca-se explorar essa problemática por meio de uma abordagem didática de investigação no ensino de Ciências e Matemática [1], utilizando atividades interdisciplinares no Ensino Médio [2]. A proposta visa proporcionar aos estudantes uma compreensão aprofundada dos desafios e das possíveis soluções para a agricultura sustentável, integrando conhecimentos de diferentes áreas do saber. Através de atividades práticas e teóricas, pretende-se fomentar a reflexão crítica e a capacidade de resolução de problemas, preparando os alunos para enfrentar questões complexas que envolvem a interseção entre tecnologia, meio ambiente e sociedade.

A abordagem interdisciplinar e investigativa permitirá que os estudantes analisem dados reais, desenvolvam modelos matemáticos para prever impactos ambientais e compreendam os princípios científicos subjacentes às práticas agrícolas. Além disso, serão incentivados a considerar as implicações sociais e econômicas das diferentes estratégias de manejo agrícola, promovendo uma visão holística e integrada do problema. Ao final, espera-se que os alunos sejam capazes de propor soluções inovadoras e sustentáveis que equilibrem a necessidade de produção de alimentos com a preservação do meio ambiente e a saúde pública.

Fundamentação teórica

A atividade interdisciplinar proposta neste artigo está fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel [3], que coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem. Essa teoria destaca a importância dos conhecimentos prévios na aquisição de novos conhecimentos, afirmando que a aprendizagem é mais eficaz quando a nova informação é relacionada de maneira significativa ao que o aluno já conhece. Neste sentido:

O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos [4] (p. 34)

A Teoria da Aprendizagem Significativa propõe que o conhecimento não é adquirido de forma isolada, mas sim integrado a uma estrutura cognitiva preexistente. Esse processo é facilitado por conceitos subsunçores ou âncoras, que são ideias já estabelecidas na mente do aluno e que servem como pontos de ligação para novos conceitos. Quando a nova informação interage com esses conceitos âncoras, ela adquire um novo significado e é integrada de maneira mais eficaz à estrutura cognitiva do aluno [3].

Ainda, Moreira [5] explica que:

Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. A primeira condição implica 1) que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, ...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e 2) que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não-literal (p. 11).

Adotando uma metodologia didática investigativa, a atividade interdisciplinar proposta incentiva os alunos a explorar novos conceitos a partir de seus conhecimentos já estabelecidos. Isso promove uma postura ativa e uma motivação intrínseca para o aprendizado, uma vez que os estudantes são incentivados a fazer conexões entre o que já sabem e o que estão aprendendo. Essa abordagem não apenas avalia o conhecimento adquirido, mas também entende como esse novo conhecimento se articula com o conhecimento prévio do aluno.

A interdisciplinaridade, por sua vez, potencializa os efeitos da aprendizagem significativa ao conectar conhecimentos de diferentes áreas do saber [2]. Ao integrar conceitos de química e matemática, por exemplo, a partir de um tema gerador, os alunos são capazes de ver a relevância e a aplicação prática do que estão aprendendo, o que reforça a retenção e a compreensão dos novos conhecimentos (Figura 1).

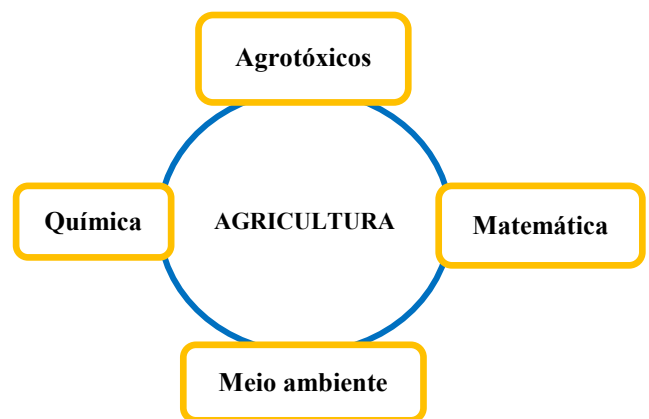


Figura 1. Representação esquemática da abordagem interdisciplinar a partir de um tema gerador (agricultura), com a integração de saberes (Química e Matemática) e os impactos do uso de agrotóxicos no meio ambiente.

Por conseguinte, a atividade interdisciplinar fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa visa proporcionar uma experiência de aprendizado que valoriza o conhecimento prévio e integra novos conhecimentos com maior solidez, criando, ao mesmo tempo, novas conexões e preparando os alunos para enfrentar desafios futuros.

Metodologia e desenvolvimento

A abordagem investigativa em uma proposta didática interdisciplinar envolvendo a Química e a Matemática, exige um planejamento da tarefa e objetivos a serem alcançados, considerando: o grau de familiaridade dos alunos com o tema a ser investigado, nível etário, interesses e conhecimento prévio.

A atividade proposta neste artigo é direcionada a alunos do terceiro ano do Ensino Médio, com destaque para a orientação da Base Nacional Comum Curricular - BNCC [6]:

Propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente.” (p. 470).

Nesta proposta didática, os objetos de conhecimento contempladas são: funções orgânicas na Química e probabilidade e estatística e álgebra na Matemática.

Para a organização da atividade serão necessárias 9 encontros de 50 minutos cada, recursos de laboratório, audiovisual e acesso à Internet, incluindo materiais e informações que construam uma ponte cognitiva entre os conhecimentos prévios, a partir do cotidiano dos alunos. Os professores de Química e Matemática, envolvidos nesta proposta, farão a divisão de encontros em cada disciplina. No Quadro 1 está uma síntese de cada encontro da proposta interdisciplinar.

Adicionalmente, estão previstas utilização de estratégias de aprendizagem ativa, tais como: sala de aula invertida, relatório do último minuto e resolução de problemas entre pares [7].

Nesta sequência didática é proposta a avaliação diagnóstica onde serão avaliados debates, apresentação dos trabalhos, resolução de exercícios, fichas (diários) individuais, e avaliação formativa em que os instrumentos de avaliação são: autoavaliação e feedbacks, avaliação por pares e avaliação de aprendizagem pelo professor.

A seguir, apresenta-se uma descrição das atividades previstas nos encontros.

Pré-aula – Sala de aula invertida

Inicia-se a proposta didática com um diagnóstico inicial, na forma on-line, para introduzir o tema Agrotóxicos e Alimentos Orgânicos por meio da matéria “Novos estudos mostram que agrotóxico afeta reprodução e diminui população de abelhas.”

Encontro 1

No início do encontro ocorre uma avaliação para identificação dos conhecimentos prévios dos alunos. Na sequência, no primeiro encontro ocorre a apresentação do tema Agrotóxicos e Alimentos Orgânicos, atividades, metodologia, avaliação dos trabalhos. Após, promove-se um debate sobre as matérias entregues na aula anterior, exposição de dois vídeos: “Veja como é a produção de alimentos orgânicos” e “Conhecendo

Quadro 1. Síntese das atividades para cada encontro da proposta interdisciplinar.

Encontro	Atividade
Pré-aula	Diagnóstico inicial.
1	Apresentação da temática. 1ª avaliação: conhecimentos prévios.
2	Problematização inicial.
3	Pesquisa inicial e coleta de dados.
4	Aplicação prática.
5	Conceitos científicos fundamentais.
6	Aplicação Prática. 2ª avaliação: autoavaliação.
7	Discussão de alternativas. 3ª avaliação: avaliação entre pares.
8	Retomada do conteúdo. 4ª avaliação: resolução de exercícios entre pares, com registros individuais.
9	Conclusão e avaliação da proposta. Entrega da avaliação final a cada aluno.

uma feira orgânica”. O encontro é finalizado com informações sobre a atividade proposta, objetivos a serem alcançados, metodologia e critérios de avaliação e fichas de acompanhamento individuais.

Encontro 2

A problematização é apresentada: Diante do cenário de intensificação agrícola e uso de agrotóxicos, como podemos equilibrar a necessidade de produzir alimentos em larga escala com a preservação ambiental e a saúde pública? Considerando os aspectos econômicos, sociais e ambientais, quais alternativas sustentáveis podem ser propostas para mitigar os impactos negativos associados ao uso de agrotóxicos, sem comprometer a produtividade agrícola necessária para atender à demanda alimentar crescente? Usar agrotóxicos versus a premência econômica: usamos ou perdemos a lavoura?

Encontro 3

Com a turma dividida em equipes, para cada grupo será atribuído um tipo de agrotóxico específico para que pesquise aspectos como: estrutura química, para que são utilizados e em quais lavouras, onde são permitidos, onde são proibidos e o porquê, nível de toxicidade, entre outras informações que os alunos considerem relevantes. Para a realização da pesquisa, será necessário levar os alunos ao laboratório de informática da escola ou poderá ser atribuída como tarefa de casa. Cada equipe também deverá coletar dados estatísticos relacionados ao uso de agrotóxicos em diferentes regiões do país, comparando dados de produção agrícola entre áreas que utilizam agrotóxicos com aquelas que têm práticas orgânicas, calculando médias de consumo de agrotóxicos em terras cultivadas. Para encerrar a aula cada aluno, em até 5 minutos, deverá responder à pergunta: “Qual foi o aspecto mais importante da

aula de hoje para você? ” aplicada a estratégia de aprendizagem ativa “relatório de um minuto”.

Encontro 4

Para este encontro é planejada a construção manual dos gráficos relacionados com a pesquisa realizada pelos alunos, sendo demonstrada a utilização de cada tipo de gráfico, as regras para construí-los e as diferenças e semelhanças entre eles, buscando compreender os conceitos básicos de estatística. Com o material selecionado deverá ser confeccionado cartazes que incluam também as interpretações dos estudantes sobre as informações contidas nos gráficos e nas tabelas. Cada grupo deve realizar uma breve apresentação de sua pesquisa para a turma. No final desta aula, é aplicada a estratégia de aprendizagem ativa “relatório de um minuto” para cada aluno, em até 5 minutos, que responderá: “Quais os conhecimentos e habilidades que as atividades de hoje te acrescentaram?”

Encontro 5

Neste encontro, o professor promove uma abordagem dos conceitos químicos relacionados ao conteúdo envolvido na temática, como a identificação das funções orgânicas, suas características e nomenclaturas. Em seguida, propõe uma análise no grande grupo de exemplos de estruturas de agrotóxicos quanto às classificações e conceitos estudados.

Encontro 6

A atividade prevista para este encontro é a montagem das moléculas dos agrotóxicos usando bolinhas de isopor pintadas de cores diferentes e palitos ou massa de modelar para cada elemento químico presente na temática. A montagem será realizada em grupos, já selecionados no encontro 3. Na parte final da aula é realizada a segunda avaliação.

Encontro 7

Neste encontro, o professor organizará a turma em grupos que buscarão possíveis alternativas ou até mesmo soluções para o problema envolvendo estes tipos de insumos agrícolas e alternativas de plantio. O professor atuará como mediador, passando pelos grupos e dialogando, questionando os alunos. Faltando 20 minutos para o encerramento da aula, o professor propõe a realização da avaliação por pares.

Encontro 8

Neste encontro são retomados conteúdos e em seguida é realizada a quarta avaliação com a resolução de alguns exercícios sobre a temática dos agrotóxicos e das funções orgânicas para encerrar o conteúdo. Os exercícios são realizados em pares e os registros são individuais.

Encontro 9

O professor fará uma apresentação sobre os objetivos e resultados de aprendizagem alcançados. Também, neste encontro, será proposta uma debate com a participação dos grupos

de alunos sobre os principais conhecimentos e habilidades adquiridos e desenvolvidos, que será finalizado com uma ava-

Considerações finais

Em sua essência, a educação envolve naturalmente uma abordagem interdisciplinar, unindo diferentes áreas do saber para uma compreensão mais completa da realidade e favorecendo os processos de ensino e de aprendizagem, visto que o estudante percebe a integração das matérias escolares e, ao mesmo tempo, toma consciência da natureza dos fenômenos reais.

Neste sentido, a interdisciplinaridade é capaz de promover um diálogo enriquecedor entre as disciplinas, mantendo suas especificidades enquanto explora suas interconexões. Isso, sem dúvida, vem promover o desenvolvimento da capacidade de análise e compreensão dos alunos diante de questões complexas, como demonstrado na investigação sobre o uso de agrotóxicos.

A interdisciplinaridade revela-se não apenas como um método pedagógico valioso, mas, sobretudo, como uma ferramenta essencial que prepara os alunos para os desafios do mundo contemporâneo.

Ao utilizar uma estratégia investigação na proposta didática, pretende-se que o estudante construa o conhecimento a partir da realização dos procedimentos que envolvem a pesquisa, como a autonomia, a busca de informações, o trabalho em equipe e a capacidade de comunicação.

Desse modo, aliando a interdisciplinaridade com a investigação é possível construir ambientes educativos que favoreçam a formação integral do estudante,

Agradecimentos

Os autores agradecem os organizadores do XII SECIMSEG pelo espaço de discussão e reflexão voltados ao Ensino e à Educação e aos revisores pelas sugestões e recomendações para o aprimoramento na redação do artigo.

Referências

- [1] A. F. Zompero, C. E. Laburú, Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.
- [2] V. Lavaqui, I. L. Batista. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no ensino médio. *Ciência & Educação*, vol.13, n. 3, p. 399, 2007.
- [3] D. P. Ausubel. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- [4] D. P. Ausubel, J. D. Novak, H. Hanesian. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [5] M. A. Moreira. O que é afinal Aprendizagem Significativa? Instituto de Física – UFRGS – Campus. Porto Alegre, 2010.
- [6] Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educar é a base. Brasília: MEC, 2018.

- [7] G. Elmôr-Filho, L. Z. Sauer, N. N. Almeida, V. Villas-Boas. Uma nova sala de aula é possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia. 1.ed. Rio de Janeiro: LCT, 2019.