Aplicação de uma Sequência Didática para o Ensino Médio na Temática Drogas através do Arco de Maguerez para a Desmistificação da Ciência

Application of a Didactic Sequence for High School in the Thematic Drugs through of the Maguerez Arch for the Demystification of Science

Paulo Eduardo Netto dos Santos,^a Carlos Alberto da Silva Riehl^{a,*}

^a Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Avenida Athos da Silveira Ramos 149, Bloco A, Centro de Tecnologia, Cidade Universitária, CEP 21941-909, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)

*E-mail: riehl@iq.ufrj.br

Recebido: 28 de Março de 2021

Aceito: 28 de Março de 2021

Publicado online: 24 de Maio de 2021

The proliferation of information of a fallacious nature has led to the dissemination of numerous conspiracy theories and their respective groups, such as flat Earth model and the anti-vaxxers. Many of these assumptions question some of the basic scientific principles. As a result, in recent years, a growing portion of society is perceived that observes scientific knowledge with suspicion. The objective of this work is to apply a didactic sequence to students graduating from high school to discuss the relevance of science and its professional. The strategy for questioning was the Maguerez Arch, as it is a methodology that allows the protagonist of the student throughout all its stages. The theme chosen was drugs, due to its historical and cultural importance for the development of civilizations and the numerous impacts on contemporary societies. The didactic sequence included activities such as a questionnaire, experiments and a project planned and completed by the students. The development of the work proved to be a valid strategy for approaching the theme, as it provided the protagonism of the students and proved reflections on their social representations.

Keywords: Didactic sequence; maguerez arch; drugs

1. Introdução

Nos últimos anos, o conhecimento científico tem sido cada vez mais questionado.^{1,2} Argumentos que defendem a Terra Plana e conspiram contra as vacinas e o aquecimento global são amplamente difundidos em todas as redes sociais, por mais que contrariem alguns dos princípios básicos da ciência.^{3,4,5,6}

A partir disso, muitos jovens estudantes questionam a relevância dessa área do conhecimento.⁷ Essa dúvida emerge da representação social que presume as ciências naturais, como a Química, como disciplinas entediantes, abstratas e desconexas da realidade.⁸ Como consequência, os profissionais da área são constantemente observados de forma estereotipada.⁹

Compreender as ciências e suas tecnologias como construções humanas e inseridas em contextos sociais, históricos e culturais deve ser fundamental para o seu ensino e a sua divulgação.¹⁰ A contextualização e a discussão dos diferentes impactos da ciência devem ser aspectos prioritários em relação à conceitos ou proposições abstratas.¹¹ Assim, entende-se que a educação seja capaz de proporcionar ao estudante os estímulos para o desenvolvimento de sua criticidade, proatividade e independência, além de outros fatores que fomentarão a prática de sua cidadania.^{10,12,13}

A fim de contribuir para a aproximação entre a ciência Química e os alunos do Ensino Médio, este trabalho investigou se a hipótese da problematização realizada através do Arco de Maguerez e estruturada a partir de uma sequência didática pode ser utilizada para a discussão da importância do conhecimento científico e do profissional da ciência. Dentre as diversas possibilidades de temas, como combustíveis, energia, meio ambiente e poluição, optou-se pela temática drogas. Esse tema foi escolhido em decorrência de impactar a vida social e familiar do estudante, os direitos humanos e os da criança e do adolescente, além ser considerada uma questão de saúde pública.¹⁴

O consumo de substâncias que possuem a propriedade de alterar os estados perceptivo e sensorial do ser humano está intrinsecamente relacionado às histórias religiosas, gastronômica, do entretenimento e lazer e da medicina dos mais diversos povos e culturas.¹⁵ Existem registros da convivência das mais diversas civilizações com essas substâncias, como as neolíticas, as tribos africanas e as civilizações pré-colombianas. Portanto, a temática abrange não somente as ciências, mas a cultura e a história das civilizações.^{16,17,18}

A droga é definida como um tipo de substância natural ou sintética que tem a capacidade de modificar uma ou mais funções no organismo vivo.¹⁹ Essa definição abrange todas as substâncias classificadas como medicamentos. Contudo, observa-se uma diferença na utilização dos termos, sendo *medicamentos* definidos como aquelas substâncias prescritas e com indicações terapêuticas, e *drogas* compreendidas como substâncias capazes de causar dependência e associadas ao comércio ilegal, além de prejudicial à saúde.^{16,20}

Portanto, discutir temas atuais e relevantes com o intuito de provocar reflexões e divergências sobre algumas das representações sociais que os estudantes trazem consigo, como a importância do conhecimento científico, deve ser uma das principais funções sociais que a educação deve desempenhar.^{10,21}

2. O Método do Arco de Magueréz

Charles Magueréz foi um engenheiro francês que dedicou parte de seu trabalho à alfabetização de trabalhadores imigrantes da Mauritânia e da região sul do Marrocos que foram desempenhar as suas atividades profissionais em pequenas indústrias e na agricultura daquele país.²² Durante a década de 1960, assim como o educador brasileiro Paulo Freire, Magueréz desenvolveu um método de alfabetização baseado no contexto dos educandos.^{22,23} Contudo, o projeto do engenheiro foi fundamentado na formação profissional desses trabalhadores.²²

O método do Arco de Magueréz apresenta as seguintes etapas: observação da realidade, observação de uma maquete, discussão sobre os esquemas propostos, execução sobre a maquete e execução na realidade. Enquanto as duas primeiras etapas integram a fase de observação e a terceira forma a discussão, as duas últimas compõem a fase da execução. Conforme observado, o esquema do arco é iniciado e finalizado na realidade dos trabalhadores, fator

fundamental para a formação profissional. Essa metodologia continuou sendo utilizada e modificada posteriormente.^{24,25}

No início da década de 1980, Bordenave e Pereira desenvolveram a sua versão do Arco de Magueréz. Porém, dessa vez, a metodologia foi voltada para a capacitação de professores para o ensino sem a massificação dos educandos. Os autores também apresentam a sua versão do arco em cinco etapas, conforme indicado na Figura 1. Porém, não descreveram experiências realizadas, tendo elaborado suas discussões apenas no campo das suposições.²⁴

Durante a década de 1990, Berbel retomou a aplicação do Arco de Magueréz em um projeto com estudantes da área de saúde da Universidade Estadual de Londrina. Desde então, a metodologia vem sendo utilizada em diferentes situações, como em projetos de disciplinas da graduação e pós-graduação, em estágios supervisionados e como uma estratégia de pesquisa acadêmica.^{14,23,25,26}

Martins *et al.*¹⁴ realizaram uma intervenção em uma escola municipal localizada no interior da Bahia para prevenir o consumo de álcool e outras drogas utilizando o Arco de Magueréz. A metodologia do arco também já foi utilizada no Ensino Médio para as disciplinas de Física, História e Sociologia.²³ Da mesma forma, Andrade e Simões também desenvolveram um trabalho para o ensino de Química Orgânica com a temática drogas com o Arco de Magueréz.²⁶ Contudo, o presente artigo diferencia-se pelo objetivo de desmistificar as ciências e os seus profissionais, além de distribuir as etapas do arco ao longo de nove atividades organizadas em uma sequência didática. Temas como a história e o impacto da publicidade e propaganda no consumo de drogas também foram abordados, além de algumas atividades da ciência forense.

O esquema do Arco de Magueréz apresenta cinco etapas sucessivas sustentadas por uma linha-base fundamentada na realidade, ponto de partida e chegada. O arco é iniciado através da *Observação da Realidade*. Nessa etapa,

Figura 1. Versão adaptada de Bordenave e Pereira do Arco de Magueréz²⁴

os estudantes devem expressar as suas percepções das situações investigadas ao realizarem uma leitura sincrética da realidade. Essa interpretação é fundamental para a sequência do arco, além de atribuir relevância ao seu contexto histórico-cultural.^{22,23} A *Identificação dos Pontos-chave* é o momento em que os argumentos citados anteriormente são destacados para serem examinados. Nessa etapa, os estudantes devem refletir sobre as possíveis causas daquelas interpretações indicadas anteriormente. Tal momento deve ser crítico e reflexivo, com o objetivo de estabelecer as principais questões que serão investigadas posteriormente.^{25,26} A terceira etapa do Arco de Maguerez é denominada *Teorização*, sendo este o momento em que as informações são analisadas de uma forma mais profunda para a compreensão da situação proposta. A etapa é bem-sucedida quando o estudante compreende não somente o problema em suas demonstrações empíricas ou situacionais, mas também os princípios teóricos que o explicam. Após esse momento, o aluno é movido naturalmente para a formulação de possíveis hipóteses que abordam a solução do problema em estudo.^{22,23} A etapa de *Hipóteses de Solução* é o momento em que os estudantes devem ser incentivados a buscar alternativas criativas para desenvolverem soluções para os problemas levantados. Finalmente, a *Aplicação à Realidade* é a etapa em que as ações desenvolvidas são colocadas em prática com a expectativa de uma modificação na realidade.^{22,23}

3. A Sequência Didática e o Arco de Maguerez na Temática Drogas - Metodologia

A sequência didática é definida como um conjunto de atividades organizadas de maneira sistemática em função de núcleos temáticos. Essas ações devem estar conectadas e demandam planejamento e delimitação de cada atividade e integração com os conteúdos disciplinares.²⁷ Uma sequência didática deve apresentar as seguintes etapas: escolha do tema, problematização do assunto, planejamento dos conteúdos e estabelecimento dos objetivos do processo de ensino-aprendizagem.²⁸

O núcleo temático escolhido para o desenvolvimento da sequência didática foi *Drogas*. O assunto foi selecionado

em decorrência das diferentes possibilidades de abordá-lo, pois é uma área que abrange, além das ciências, a cultura e a história das civilizações.¹⁵⁻¹⁸ O tema também apresenta diferentes implicações em algumas das macroáreas temáticas previstas pela Base Nacional Comum Curricular, como a Ciência e a Tecnologia, a Saúde e a Cidadania e Civismo. Nesta última, podem-se destacar os Temas Contemporâneos Transversais Vida Familiar e Social, Educação em Direitos Humanos e Direitos da Criança e do Adolescente.^{10,21} Por fim, o assunto é de interesse natural do jovem estudante.¹⁴

A principal questão escolhida para ser problematizada foi a importância das ciências e as suas implicações para o desenvolvimento da sociedade, sendo esta delineada com a temática drogas. Para tal, aspectos como o desenvolvimento de novas drogas medicamentosas e as atividades dos profissionais dos campos forense e farmacêutico foram abordados. Da mesma forma, algumas representações sociais dos profissionais das ciências também foram discutidas.^{29,30}

Para a realização deste projeto foram selecionadas três turmas concluintes do Ensino Médio, sendo este aplicado em duas unidades escolares integrantes da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro ao longo do ano letivo de 2019. A primeira turma pertenceu à uma unidade escolar localizada no município de Nova Iguaçu, Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, e realizava as suas atividades no período matutino. As duas outras turmas integravam o quadro de uma unidade escolar localizada no bairro de Campo Grande, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, e pertenciam ao turno noturno. Como particularidade, observou-se que uma das turmas do horário noturno apresentava um quantitativo superior de alunos retidos do ano letivo anterior.

Em relação ao planejamento de conteúdos químicos, abordou-se a identificação de grupos funcionais em compostos orgânicos. Dentre as habilidades e competências tomadas como objetivos, destacam-se a identificação das fórmulas estruturais das principais funções orgânicas e o reconhecimento da importância da química para as inovações científica e tecnológica nas sociedades contemporâneas.

Nesse contexto, a organização das atividades propostas da sequência didática foi estabelecida ao longo das cinco etapas do Arco de Maguerez, conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Cronograma de atividades realizadas com as três turmas concluintes do Ensino Médio

Aula	Resumo das Atividades	Etapas do Arco de Maguerez
1	Aplicação do questionário e discussão preliminar entre os estudantes	Observação da realidade
2	Discussão sobre aspectos relevantes ao tema	Identificação dos pontos-chave
3	Definição do conceito “droga” e reflexões sobre a sua utilização ao longo da história	Identificação dos pontos-chave
4	Discussão sobre aspectos culturais e cotidianos relacionados às drogas	
5	Análise estrutural de algumas das principais drogas	Teorização
6	Discussão sobre a importância da Ciência na sociedade	
7	Atividade experimental demonstrando análises qualitativas	
8	Planejamento para atividade final	Hipótese de solução
9	Realização da atividade final	Aplicação à realidade

3.1. Descrição das atividades da sequência didática

A seguir, as atividades serão descritas brevemente. Todas foram realizadas de forma presencial em dois tempos de aula, totalizando 100 minutos por encontro.

Atividade 1: O questionário é uma técnica empregada usualmente para a coleta de dados, sendo utilizada também para a obtenção de informações qualitativas.³¹ A *Observação da realidade* foi realizada através de um questionário individual e sem identificação dos alunos, e apresentou como objetivo a obtenção das perspectivas individuais dos estudantes a respeito das representações sociais da química e de seus profissionais, assim como as suas percepções sobre alguns aspectos da temática drogas.^{29,30} O questionário foi realizado sem consulta em aula presencial.

Atividade 2: Diante das informações obtidas através do questionário, alguns dos principais aspectos relativos ao tema foram postos em discussão através de uma roda de conversa, como a definição de uma substância classificada como droga e a importância do conhecimento científico na sociedade contemporânea.^{10,19-21}

Atividade 3: A primeira atividade integrante da *Teorização* foi dedicada à discussão do conceito histórico e atual de *drogas* e o seu consumo e importância ao longo do tempo pelas sociedades.¹⁵⁻¹⁷ Como exemplo, discutiu-se o fato dos cordames das primeiras embarcações portuguesas a chegarem ao Brasil serem feitos de cânhamo, fibra derivada da *Cannabis sativa*.³² Da mesma forma, abordou-se o consumo de algumas drogas em rituais religiosos.^{16,33} Para essas discussões, foram utilizados artigos científicos e matérias jornalísticas.^{15-17,32-34}

Atividade 4: O encontro apresentou três momentos diferentes. Inicialmente, o curta-metragem animado intitulado *Nuggets* foi exibido e analisado pelos estudantes.³⁵ A obra audiovisual foi escolhida pelo seu potencial de gerar discussão sobre temas como a dependência química e as suas possíveis implicações. Em seguida, algumas ações comerciais e a influência que a propaganda e a publicidade exercem no hábito de consumo de algumas drogas, como o álcool, foram discutidas.³⁶ Para exemplificar, foram exibidas ações publicitárias de bebidas alcoólicas realizadas por atletas e artistas influentes.

Atividade 5: No primeiro momento do encontro, discutiu-se a importância que a estrutura molecular de um composto químico, como um fármaco, apresenta nas interações intermoleculares com os receptores biológicos.^{37,38} Como exemplo, abordou-se o histórico caso dos isômeros da talidomida. O enantiômero (*S*) do medicamento, desenvolvido na década de 1950 na Alemanha como um sedativo, causava

focomelia em gestantes no primeiro trimestre de gravidez. A doença congênita impede a formação normal dos membros inferiores e superiores do feto.^{39,40} A partir desse exemplo, discutiu-se a importância de uma pesquisa minuciosa para o desenvolvimento de novos medicamentos.

Posteriormente, as estruturas básicas das principais funções orgânicas, como álcool, éter, ácido carboxílico, amina e amida foram apresentadas através de slides. Em seguida, as estruturas químicas de algumas drogas, como etanol, tetrahydrocannabinol e cocaína, foram analisadas sob as perspectivas de suas cadeias carbônicas e funções orgânicas, além de informações e curiosidades adicionais sobre esses compostos.^{26,37,41} Como exemplo abordou-se o MDMA (3,4-metilenodioximetanfetamina), conhecido popularmente como ecstasy. Em 1914, a droga foi sintetizada para ser utilizada como um inibidor de apetite. Contudo, na década de 1980, começou a ser consumida como uma droga de abuso, pois a sua ingestão provoca sensações estimulantes e alucinógenas.^{37,42} Em seguida, apresentou-se a estrutura química do composto, sendo esta analisada em relação às suas funções orgânicas éter e amina, conforme destaques na Figura 2.

Atividade 6: O objetivo principal dessa atividade foi demonstrar a importância e o impacto do conhecimento científico na sociedade. Como exemplo principal, discutiu-se a atividade do profissional da perícia criminal através do teste presumido para identificação de sangue com luminol, a identificação de chumbo nos vestígios de disparo de arma de fogo e a adulteração na numeração de chassis e motores.⁴³⁻⁴⁴ Por fim, discutiu-se também os estereótipos do cientista e as diversas áreas de atuação do profissional.²⁹⁻³⁰

Atividade 7: A última atividade presente na etapa da *Teorização* foi a realização de uma aula experimental com o objetivo de demonstrar alguns dos princípios envolvidos em uma análise química. Em uma das turmas, a atividade foi realizada no laboratório de ciências da escola, enquanto que nas outras duas os experimentos foram executados em sala de aula, pois a unidade escolar não possui laboratório. Contudo, essa diferença não se mostrou determinante para alcançar o objetivo dos experimentos. A primeira análise realizada foi a identificação do etanol a partir de sua oxidação com dicromato de potássio, reação que constitui o princípio dos aparelhos antigos de identificação do álcool no organismo de condutores veiculares.⁴⁵ No experimento, um enxaguante bucal que contém álcool foi utilizado como amostra. A segunda análise foi a identificação de açúcares redutores com a utilização do reagente de Benedict. Esta prática teve o objetivo de comparar o comportamento dos açúcares redutores e não-redutores frente ao reagente.⁴⁶

Figura 2. Estrutura molecular do 3,4-metilenodioximetanfetamina³⁷

Como amostras, foram utilizados produtos comerciais que continham os agentes adoçantes aspartame, sacarina e glicose. Esta prática, mesmo não se relacionando diretamente com a temática drogas, foi utilizada com a finalidade de demonstrar alguns princípios de uma análise química.

Atividade 8: Após as cinco atividades integrantes da *Teorização, a Hipótese de solução* foi o encontro em que os estudantes desenvolveram, analisaram e planejaram as suas próprias propostas para a culminância do projeto.²²⁻²⁶

Atividade 9: A *Aplicação à realidade* ocorreu através de diferentes atividades propostas pelas turmas. Os estudantes optaram pela realização de um seminário sobre os tipos de drogas, pela promoção de um debate a respeito da regulamentação do canabidiol e pela produção de material audiovisual.

4. Resultados e Discussão

A seguir estão os resultados e discussão sobre a sequência didática aplicada nas três turmas do terceiro ano

do Ensino Médio, seguindo as etapas do Arco de Magueréz, exposta no Quadro 1.

4.1. Observação da realidade

Durante a aplicação do questionário nas três turmas, apesar da atividade ser individual, surgiram questionamentos recorrentes a respeito de alguns temas, como a definição de drogas e a Lei Seca Americana.¹⁸ Porém, foi necessária a abstenção do docente para manter o caráter diagnóstico do questionário, visto o objetivo de compreender o contexto histórico-social do estudante a respeito dos tópicos.

O questionário apresentou seções sobre a realidade dos estudantes, a química e os seus profissionais, as aulas de Química e as drogas, de acordo com o Quadro 2.

Um total de cinquenta e oito estudantes distribuídos nas três turmas (22, 20 e 16) responderam ao questionário. O questionário indicou que 60% dos estudantes corroboram a representação social do *cientista maluco*. Além disso, 84% dos estudantes sinalizaram que a química é importante e apresenta utilidade apenas para os seus profissionais, como

Quadro 2. Questionário respondido pelos estudantes na primeira aula

<p>Parte 1: Conhecimento da Realidade</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qual a sua idade? • Qual a sua orientação sexual? • Em que bairro você mora? <p>Parte 2: A Química e o Químico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você acha que a Atividade Química está presente em áreas fundamentais da nossa vida? Caso positivo, em qual (quais)? • Quando você pensa em um químico, qual a primeira imagem que vem à sua cabeça? <p>(a) Uma pessoa comum como qualquer outra</p> <p>(b) Um “nerd” antissocial</p> <p>(c) Um “cientista maluco”</p> <p>(d) Outra. (Qual?)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Além do químico, você acha que algum outro profissional utiliza a química em seu dia-a-dia? Qual (quais)? <p>Parte 3: As aulas de Química</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você se interessaria mais nas aulas de Química caso a utilização de recursos como exibição de materiais multimídias, aulas experimentais, debates e palestras fossem mais recorrentes? Faça um comentário adicional, se possível. • Você acha que as aulas de Química deveriam estar relacionadas a temas sociais, como drogas, violência e saúde? <p>Parte 4: As Drogas</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que são drogas? • Você já utilizou alguma droga? Se sim, qual (quais)? • Você conhece algum usuário de Drogas? • Você conhece a política e o conjunto de práticas de Redução de Danos? Caso conheça, explique resumidamente. • Você acha que existem diversos tipos de drogas? Cite-os se conhecer algum. • Você acha que o álcool é uma droga? • Você tem conhecimento sobre a Lei Seca Americana, na década de 1920? Se sim, como tomou ciência? • Quantas drogas lícitas você conhece? Cite-as. • Você acha que as drogas lícitas são prejudiciais à saúde? • Existem drogas que podem fazer bem ao nosso organismo? Cite, caso conheça. • Você acha que a estrutura química de uma droga tem relação direta com o seu efeito no nosso organismo? • Recentemente, tivemos o polêmico caso do MMS sendo considerado como uma possível “cura” do autismo. Há alguns anos, a fosfoetanolamina também foi considerada a “cura” do câncer. Você já ouviu falar sobre isso? Caso queira, faça algum comentário.
--

o químico e o farmacêutico. O resultado é a demonstração do desconhecimento da importância das ciências para áreas fundamentais da sociedade.^{11-13,21,26,41,43} Portanto, o questionário mostrou-se uma técnica viável e eficiente para obtenção de informações de caráter empírico. Após a realização do questionário, ao final da aula, o docente analisou as respostas para identificar os principais pontos a serem discutidos na etapa posterior.

4.2. Identificação dos pontos-chave

No passo seguinte desta sequência, foi realizada uma roda de conversa com os discentes. Durante esta atividade, o principal papel do docente foi o de levantar alguns pontos citados no questionário para discussão. Uma das principais questões discutidas foi sobre a definição de *drogas*.¹⁸⁻²⁰ De acordo com o questionário, a maioria dos estudantes ainda tem a percepção de que todas as drogas irão lesar a saúde e causar dependência. Da mesma forma, realizaram uma maior associação desse tipo de substância aos compostos ilícitos. Contudo, ao serem questionados sobre as drogarias, começaram a refletir sobre tal representação. Um aluno relatou o caso de um ente próximo que se tornou dependente de morfina, fato que desencadeou uma discussão sobre a dependência das substâncias lícitas.

Outro ponto observado no questionário e discutido na roda de conversa foi a representação social do cientista, exemplificada pelo estereótipo do cientista maluco.^{9,29-30} Um estudante estabeleceu a possibilidade dessa interpretação ser o resultado da representação do profissional nas obras audiovisuais. Da mesma forma, muitos dos estudantes não conseguiram identificar a importância e o impacto do profissional em diversos campos da sociedade.^{10,43-45}

Finalmente, uma questão que despertou a curiosidade dos estudantes desde o questionário foi a Lei Seca Americana.¹⁸ Conforme constatado na análise do questionário, poucos estudantes possuíam familiaridade com a proibição. Após uma breve contextualização, foi proposto aos estudantes que fizessem um exercício de imaginação para conceber uma situação em que o álcool fosse proibido. Os estudantes consumidores de bebidas alcoólicas sinalizaram que continuariam utilizando os produtos, fato que despertou uma discussão a respeito da licitude de algumas drogas e a sua relação histórico-cultural na sociedade.

4.3. Teorização

As cinco atividades propostas para a etapa de *Teorização* despertaram muitas discussões nas três turmas. Inicialmente,

os estudantes foram surpreendidos ao depararem-se com registros históricos de consumo de diversas drogas pelas sociedades antigas, como os resíduos de álcool encontrados em jarras na China e alguns registros do consumo de folhas de coca no Peru, ambos datados de 6000 a. C..^{15-18,34,47} Da mesma forma, os estudantes também compreenderam e discutiram o impacto cultural do consumo de algumas drogas em diversos aspectos da sociedade, como o religioso, social e cultural.¹⁴⁻¹⁸

A exibição do curta-metragem animado *Nuggets* gerou discussões variadas.¹³ Um estudante declarou as consequências que o consumo recorrente de álcool causou com o núcleo familiar de um ente próximo. Contudo, apesar dos estudantes compreenderem essas consequências, muitos apontaram que o consumo do álcool é realizado, normalmente, de forma social. Outro jovem declarou-se usuário de *Cannabis sativa* e discordou de alguns colegas que afirmaram que todas as drogas causam dependência, argumentando que consumia a droga eventualmente. Então, o docente argumentou sobre os riscos do consumo da droga, especialmente por jovens.⁴⁸ Como exemplos, foram apontadas pesquisas que indicam que a planta pode interferir em funções cognitivas, além da possibilidade de ser um fator desencadeador de esquizofrenia para usuários predispostos.⁴⁹⁻⁵⁰

A importância da estrutura química de uma droga e a sua interação intermolecular com os receptores biológicos foram apresentadas através de slides aos estudantes, que ficaram intrigados, pois ainda tinham uma percepção planar dos compostos orgânicos.³⁷ Da mesma forma, a discussão sobre o complexo processo de desenvolvimento de novos medicamentos gerou questões sobre o efeito placebo e possíveis casos de evidências anedóticas.³⁷⁻⁴⁰

Após a apresentação de slides com as estruturas básicas das principais funções orgânicas, os estudantes não apresentaram dificuldades em identificá-las nas estruturas químicas de algumas drogas. Porém, conforme o esperado, não demonstraram familiaridade com as estruturas cíclicas e não-lineares, como na molécula de cloridrato de cocaína (Figura 3).

Para a atividade que objetivou a apresentação da importância da ciência na sociedade contemporânea, o profissional da perícia criminal foi destacado. Para tal, foram discutidas a análise de identificação presumida de sangue através do luminol, a identificação de chumbo residual em disparos de armas de fogo e a adulteração de chassis automotivos.^{43,44} A exibição de um vídeo de um experimento demonstrativo com a ação do luminol despertou um grande interesse dos estudantes.⁵² Com essa abordagem foi possível mostrar a eles que análises químicas têm um impacto em diversas áreas, como a criminalística.

Figura 3. Estrutura molecular do cloridrato de cocaína⁵¹

Finalmente, a atividade experimental possibilitou a demonstração prática de uma análise química. Durante o experimento, alguns dos princípios básicos foram discutidos, como a identificação de uma substância através de uma coloração específica resultante de uma reação química.

Os estudantes das três turmas mostraram um grande interesse na atividade experimental. Embora duas turmas tenham realizado a atividade em sala de aula, observou-se o mesmo nível de interesse em relação à turma que realizou os experimentos no laboratório da unidade escolar.

No experimento de identificação do álcool, os estudantes perceberam a mudança na coloração da amostra assim que a reação se iniciou, indicando um resultado positivo. Da mesma forma, somente foi notada a alteração na coloração da amostra contendo glicose com o reagente de Benedict, determinando que era o único açúcar redutor entre os produtos analisados.

4.4. Hipótese de solução

Para que houvesse uma maior adesão e motivação dos estudantes, o docente optou que os próprios estudantes escolhessem a atividade que iriam desenvolver para a conclusão do projeto. As turmas apresentaram três propostas distintas como conclusão do projeto. A primeira propôs a realização de seminários discutindo os diferentes tipos de drogas. A segunda turma optou pela produção de pequenos vídeos abordando algumas drogas. Já a última optou pela organização de um debate a respeito da regulamentação do canabidiol. Após apresentarem suas propostas, os estudantes se organizaram para executar as suas atividades.

4.5. Aplicação à realidade

Os estudantes da primeira turma dividiram-se em grupos para apresentarem as drogas dos seguintes tipos: sedativos, depressores, naturais e estimulantes. As apresentações incluíram as definições dos tipos de drogas, informações e curiosidades sobre as substâncias, como os efeitos e consequências no organismo humano e, finalmente, as estruturas químicas de algumas drogas. Ao final de todas as apresentações, o docente e os estudantes realizaram comentários, questionamentos e sugestões sobre os seminários. Em seguida, algumas estruturas químicas demonstradas foram analisadas em relação às suas funções orgânicas. Observou-se que a maioria dos alunos recordou o conteúdo abordado anteriormente.

A segunda turma produziu pequenos vídeos informativos sobre o LSD (dietilamida do ácido lisérgico), ibuprofeno, dipirona (metamizol), *Cannabis sativa* e outro sobre os aspectos gerais das drogas. Após a análise das produções, o docente constatou que, em geral, os vídeos apresentaram as drogas e os seus efeitos. Observou-se que os estudantes realizaram a leitura das informações pesquisadas. Esse fato pode ser justificado pela falta de familiaridade dos alunos com esse formato de apresentação.

A terceira turma realizou um debate e dividiu-se em três grupos: a favor, contra a regulamentação e júri, responsável pela deliberação final após a atividade. Essa organização deu-se de forma aleatória e independente do posicionamento ideológico do estudante, havendo assim a necessidade de pesquisa prévia por argumentos que corroborassem a posição defendida. Durante o debate, a posição do docente foi a de mediar a atividade e garantir a isenção do júri e que os demais grupos tivessem oportunidades semelhantes de defender o seu posicionamento. A turma, apresentando a particularidade de possuir cerca de 50% a mais de estudantes retidos em comparação às demais, demonstrou-se mais ponderada ao realizar a etapa de Aplicação à Realidade em relação às outras duas turmas. Contudo, as discussões iniciais tenderam para a descriminalização e legalização da *Cannabis sativa*. O docente realizou uma intervenção para chamar a atenção de que o tema do debate era a regulamentação para uso medicinal do canabidiol; não o consumo da referida planta. O grupo favorável à regulamentação argumentou que os resultados obtidos em tratamentos médicos, especialmente contra a epilepsia, eram favoráveis.⁵³ O grupo contrário apresentou como argumento principal o número limitado de estudos sobre os efeitos que o consumo contínuo da substância pode ter no organismo.⁵⁴⁻⁵⁵ Ao final da atividade, todos os integrantes do júri realizaram os seus votos. Contudo, houve um empate entre os estudantes favoráveis e contrários à regulamentação do canabidiol. O debate foi uma atividade que estimulou a pesquisa, a argumentação e a oratória dos estudantes. Ao final desta etapa, observou-se que houve compreensão e respeito a todos os argumentos.

5. Considerações Finais

A sequência didática empregada nesse trabalho, realizada através do Arco de Maguerez, mostrou-se uma alternativa válida para a problematização de diversos aspectos relativos à temática drogas. Por exemplo, serviu como instrumento para a discussão da representação social que o grupo de estudantes que participou do projeto tem sobre essas substâncias. A abordagem foi bastante oportuna para o aprendizado de funções orgânicas.

A relevância do conhecimento científico, muitas vezes questionada, também foi exemplificada por meio do trabalho da perícia criminal e da importância de uma pesquisa criteriosa para o desenvolvimento de novos medicamentos.³⁸⁻⁴⁰

A metodologia proporcionou o protagonismo aos estudantes em todas as suas etapas, especialmente durante a *Hipóteses de Solução* e a *Aplicação à Realidade*. Esses momentos possibilitaram aos estudantes o planejamento, discussão, desenvolvimento e execução de atividades que sintetizaram toda a compreensão do projeto e demonstraram o seu potencial crítico-social.^{11-14,23}

A sequência didática mostrou-se uma estratégia interessante para a abordagem de temas socialmente relevantes, como drogas. Portanto, apresentou potencial para

os desenvolvimentos intelectual e cultural dos estudantes e, além de tudo, para a sua prática cidadã, pois estimula os seus sentidos analítico e crítico, e é capaz de provocar reflexões e discussões a respeito de seus conhecimentos e representações sociais frente aos conhecimentos formais.^{10-13,21-27}

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUR), ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e à Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC/RJ).

Referências Bibliográficas

- González-Méijome, J. M.; Science, pseudoscience, evidence-based practice and post truth. *Journal of Optometry* **2017**, *10*, 203. [CrossRef] [PubMed]
- Pilati, R.; *Ciência e pseudociência: por que acreditamos naquilo em que queremos acreditar*, 1a. ed., Contexto: São Paulo, 2018.
- Melo, L. W. S. de; Passos, M. M.; Salvi, R. F.; Análise de Publicações ‘Terraplanistas’ em Rede Social: Reflexões para o Ensino de Ciências sob a Ótica Discursiva de Foucault. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **2020**, *20*, 275. [CrossRef]
- Vasconcellos-Silva, P. R.; Castiel, D.; Griep, R. H.; A sociedade de risco midiaticizada, o movimento antivacinação e o risco do autismo. *Ciência e Saúde Coletiva* **2015**, *20*, 607. [CrossRef]
- Mohammed, S. N.; Conspiracy Theories and Flat Earth Videos on YouTube. *The Journal of Social Media in Society* **2019**, *8*, 84. [Link]
- Nassaralla, A. P. A.; Doumit, A. M.; Melo, C. F.; Léon, L. C.; Vidal, R. A. R.; Moura, L. R.; *Resumos da 16a Mostra de Saúde*, Anápolis, Brasil, 2019.
- Aquino, A.; *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*, Florianópolis, Brasil, 2016.
- Nogueira, B. M.; Bó, A. D.; Estivalet, A.; Costa, D.; *XV Encontro sobre Investigação na Escola*, Porto Alegre, Brasil, 2018.
- Reznik, G.; Massarani, L. M.; Ramalho, M.; Malcher, M. A.; Amorim, L.; Castelfranchi, Y.; Como adolescentes apreendem a ciência e a profissão de cientista? *Revista Estudos Feministas* **2017**, *25*, 829. [CrossRef]
- Brasil. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. [Link]
- Cortez, J.; Darroz, L. M.; A Contextualização no Ensino de Ciências na Visão de Professores da Educação Básica. *Revista Thema* **2017**, *14*, 182. [CrossRef]
- Zompero, A. F.; Gonçalves, C. E. S.; Laburu, C. E.; Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. *Ciência e Educação* **2017**, *23*, 419. [CrossRef]
- Leão, M. F.; Garcês, B. P.; Ciência, tecnologia e sociedade: abordagem crítica no ensino de ciências. *E-mosaicos – Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAP-UERJ)* **2018**, *7*, 75. [CrossRef]
- Martins, M. M. B.; Souza, S. L.; Carvalho, R. C.; Aguiar, M. G. G.; Alves, A. B. L.; Souza, G. K. O.; Prevenção ao uso de álcool e outras drogas por adolescentes através do Arco de Charles Maguerez. *Investigação Qualitativa em Saúde*, **2018**, *2*, 185. [Link]
- Coelho, F. J. F.; *Tese de Doutorado*, Fundação Oswaldo Cruz, 2019. [Link]
- Silva, M. L.; *Tese de Doutorado*, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2009. [Link]
- Hager, T.; *Dez drogas: As plantas, os pós e os comprimidos que mudaram a história da medicina*, 1a. ed., Todavia: São Paulo, 2020.
- Carneiro, H. *Drogas: a história do proibicionismo*, 1ª. ed., Autonomia Literária LTDA-ME: São Paulo, 2018.
- Organização Mundial de Saúde. *Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento da CID-10: Descrições Clínicas e Diretrizes Diagnósticas*, 1a. ed., Artes: Porto Alegre, 1993.
- Lima, E. H.; *Tese de Doutorado*, Fundação Oswaldo Cruz, 2013. [Link]
- Brasil. Temas Contemporâneos Transversais na BNCC: Contexto Histórico e Pressupostos Pedagógicos. Brasília, Ministério da Educação, 2019. [Link]
- Berbel, N. A.; *A metodologia da problematização com o arco de Maguerez: uma reflexão teórico-epistemológica*, 1a. ed., Eduel: Londrina, 2016.
- Berbel, N. A.; *Metodologia da Problematização: fundamentos e aplicações*, 1a. ed., Eduel: Londrina, 2014.
- Bordenave, J. D.; Pereira, A. M.; *Estratégias de ensino aprendizagem*, 33a ed., Vozes: Petrópolis, 2015.
- Silva Jr., J. N.; Barbosa, F. G.; Mafezoli, J.; Lima, M. A. S.; Utilização do Arco de Maguerez Modificado como uma Metodologia Problematizadora na Síntese da p-Nitroacetanilida. *Revista Virtual de Química* **2014**, *6*, 978. [CrossRef]
- Andrade, R. A.; Simões, A. S. M.; Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química. *Revista Thema* **2018**, *15*, 5. [CrossRef]
- Oliveira, M. M.; *Sequência didática interativa no processo de formação de professores*, 1a. ed., Vozes: Petrópolis, 2013.
- Oliveira, M. M.; *IV Resumos do Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade*, Laranjeiras, Brasil, 2010.
- Reis, P.; Rodrigues, S.; Santos, F.; Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: “Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2006**, *5*, 51. [Link]
- Barros, S. C. D. V.; Mourão, L.; Trajetória profissional de mulheres cientistas à luz dos estereótipos de gênero. *Psicologia em Estudo* **2020**, *25*, 1. [CrossRef]
- Chaer, G.; Diniz, R. R. P.; Ribeiro, E. A.; A técnica do questionário na pesquisa educacional. *Evidência* **2011**, *7*, 251. [Link]
- Carlini, E. A.; A História da Maconha no Brasil. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria* **2006**, *55*, 314. [CrossRef]

33. Mikosz, J. E.; Substâncias psicoativas e religião. *Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas* **2006**, 7, 1. [CrossRef]
34. Lopes, M. A.; Drogas: 5 mil anos de viagem. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/drogas-5-mil-anos-de-viagem/>>. Acesso em: 25 março 2021.
35. Hykade, A.; Nuggets, 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HUnLgGRJpo>>. Acesso em: 24 agosto 2020.
36. Faria, R.; Vendrame, A.; Silva, R.; Pinsky, I.; Propaganda de álcool e associação ao consumo de cerveja por adolescentes. *Revista Saúde Pública* **2011**, 45, 441. [CrossRef]
37. Retondo, C. G.; Faria, P.; *Química das sensações*, 3a. ed., Átomo: Campinas, 2009.
38. Barreiro, E. J.; Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola* **2001**, 3, 4. [Link]
39. Leandro, J. A.; Santos, F. L.; História da Talidomida no Brasil a partir da mídia impressa. *Saúde e Sociedade* **2015**, 24, 991. [CrossRef]
40. Moro, A.; Invernizzi, N.; A tragédia da talidomida: A luta pelos direitos das vítimas e por melhor regulação de medicamentos. *História, Ciências, Saúde* **2017**, 24, 603. [Link]
41. Gonçalves, F. R.; Hussein, S.; Fernandes, T. C.; Xavier, C. R.; A utilização do tema drogas para um ensino interdisciplinar e contextualizado de funções orgânicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea]* **2013**, n. Extra, 2907. [Link]
42. Xavier, C. A. C.; Lobo, P. L. D.; Fonteles, M. M. F.; Vasconcelos, S. M. M.; Viana, G. S. B.; Sousa, F. C. F.; Êxtase (MDMA): efeitos farmacológicos e tóxicos, mecanismo de ação e abordagem clínica. *Revista Psiquiatria Clínica* **2008**, 35, 96. [CrossRef]
43. Souza, B. S.; Ferreira, J. A.; Funcionamento do luminol e sua utilização para a identificação de sangue latente. *Revista Científica da FHO* **2018**, 6, 37. [Link]
44. Oliveira, M. F.; Química Forense: A Utilização da Química na Pesquisa de Vestígios de Crime. *Química Nova na Escola* **2006**, 24, 17. [Link]
45. Ferreira, G. F.; Mól, G. S.; Silva, R. R.; Bafômetro: um modelo demonstrativo. *Química Nova na Escola* **1997**, 5, 32. [Link]
46. Oliveira, R. O.; Maria, L.C.S.; Merçon, F.; Aguiar, M. M.; Preparo e Emprego do Reagente de Benedict na Análise de Açúcares: Uma Proposta para o Ensino de Química Orgânica. *Química Nova na Escola* **2006**, 23, 41. [Link]
47. Froese, T.; Woodward, A.; Ikegami, T.; Turing instabilities in biology, culture, and consciousness? On the enactive origins of symbolic material culture. *Adaptive Behavior* **2013**, 21, 199. [CrossRef]
48. Ribeiro, M.; Marques, A. C. P. R.; Laranjeira, R.; Alves, H. N. P.; Araújo, M. R.; Baltieri, D. A.; Bernardo, W. M.; Lagb, C.; Karniol, I. G.; Kerr-Corrêa, F.; Nicastri, S.; Nobre, M. R. C.; Oliveira, R. A.; Romano, M.; Seibel, S. D.; Silva, C. J.; Abuso e dependência de maconha. *Revista da Associação Médica Brasileira* **2005**, 51, 247. [CrossRef]
49. Rigoni, M. S.; Oliveira, M. S.; Moraes, J. F. D.; Zambom, L. F.; O consumo de maconha na adolescência e as consequências nas funções cognitivas. *Psicologia em Estudo* **2007**, 12, 267. [CrossRef]
50. Oliveira, V. K.; Moreira, E. G.; Maconha: fator desencadeador de esquizofrenia? *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde* **2007**, 28, 99. [CrossRef]
51. Sítio da National Library of Medicine. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/656832>>. Acesso em: 26 março 2021.
52. Pereira, L. F.; Experimentos de Química: luminol e o fenômeno da catálise, 2012. Disponível em <www.youtube.com/watch?v=9pRsoWQ21WM>. Acesso em: 10 março 2021.
53. Matos, R. L. A.; Spinola, L. A.; Barboza, L. L.; Garcia, D. R.; França, T. C. C.; Affonso, R.S.; O Uso do Canabidiol no Tratamento da Epilepsia. *Revista Virtual de Química* **2017**, 9, 786. [Link]
54. Raymundo, P. G.; Souza, P. R. K.; Cannabis sativa L.: Os prós e contras do uso terapêutico de uma droga de abuso. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde* **2007**, 5, 23. [Link]
55. Olfson, M.; Wall, M. M.; Liu, S.-M.; Blanco, C.; Cannabis Use and Risk of prescription Opioid Use Disorder in the United States. *American Journal of Psychiatry* **2018**, 1, 47. [CrossRef]