

**EXTRATOS DE FOLHAS, FLORES, FRUTOS E RAÍZES COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE**

**LEAF, FLOWER, FRUIT, AND ROOT EXTRACTS AS ACID-BASE INDICATORS**

**EXTRACTOS DE HOJAS, FLORES, FRUTOS Y RAÍCES COMO INDICADORES ÁCIDO-BASE**

**Elisa Saraiva<sup>1, 2, 3</sup>, Carolina Costa<sup>1</sup>, Catarina Silva<sup>1</sup>, Filipa Oliveira<sup>1</sup>, Inês Ribeiro<sup>1</sup>, Leonardo Rocha<sup>1</sup>, Madalena Ribeiro<sup>1</sup>, Mariana Carvalhal<sup>1</sup>, Regina Henriques<sup>1</sup>, Rodrigo Pinheiro<sup>1</sup>, Salvador Costa<sup>1</sup>, Tomás Antunes<sup>1</sup>, Tomás Amaral<sup>1</sup> & Maria Manuel Azevedo<sup>1, 4</sup>**

<sup>1</sup>Clube Ciência Viva na Escola, Agrupamento de Escolas D. Maria II, V.N. Famalicão, Portugal

<sup>2</sup>Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico do Porto, Portugal

<sup>3</sup>inED - Centro de Investigação e Inovação em Educação e Inovação em Educação, Escola Superior de Educação do Porto, Portugal

<sup>4</sup>CINTESIS - Centro de Investigação em Tec. da Saúde e Sistemas de Informação, Faculdade de Medicina, Universidade do Porto, Porto, Portugal  
elisasaraivase.ipp.pt

**RESUMO** | O trabalho teve como objetivo levar os alunos a descobrir que alguns extratos de pigmentos vegetais têm potencial de utilização como indicadores colorimétricos de ácido-base, testando alguns deles em soluções aquosas de uso quotidiano. Os resultados das investigações dos alunos foram apresentados em poster à comunidade escolar e também organizados numa comunicação oral que os alunos apresentaram num congresso de jovens cientistas. Na proposta didática, foi desenvolvida uma situação formativa de acordo com metodologia *inquiry*, na qual estiveram envolvidos alunos do 8º ano. O envolvimento dos alunos em práticas epistémicas levou ao desenvolvimento de importantes competências, das quais se destacam as associadas à colaboração e comunicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação STEM, Práticas Epistémicas, Metodologias ativas, Aprendizagem colaborativa, Comunicação em ciência.

**ABSTRACT** | The work aimed to lead the students to discover that some plant pigment extracts have potential for use as colorimetric acid-base indicators, by testing some of them in everyday aqueous solutions. The results of the students' investigations were presented in posters to the school community, and also organised in an oral communication that the students presented at a young scientists' congress. In the didactic proposal, a formative situation developed according to inquiry methodology, 8th grade students were involved. The students' involvement in epistemic practices led to the development of important competences, among which those associated with collaboration and communication stand out.

**KEYWORDS:** STEM Education, Epistemic practices, Active learning, Collaborative learning, Communication in Science.

**RESUMEN** | El trabajo pretendía llevar a los alumnos a descubrir que algunos extractos de pigmentos vegetales tienen potencial para ser utilizados como indicadores colorimétricos ácido-base, probando algunos de ellos en soluciones acuosas cotidianas. Los resultados de las investigaciones de los alumnos se presentaron en carteles a la comunidad escolar y también se organizaron en una comunicación oral que los alumnos presentaron en un congreso de jóvenes científicos. En la propuesta didáctica, una situación formativa desarrollada según la metodología de indagación, participaron alumnos de 8º grado. El involucramiento de los alumnos en prácticas epistémicas condujo al desarrollo de importantes competencias, entre las que se destacan las asociadas a la colaboración y la comunicación.

**PALABRAS CLAVE:** Educación STEM, Prácticas epistémicas, Aprendizaje activo, Aprendizaje colaborativo, Comunicación en ciencia.

## 1. INTRODUÇÃO

Esta atividade resultou de uma situação formativa implementada, de forma articulada entre os contextos de educação formal e não formal, com um grupo de alunos do 8º ano de escolaridade, que frequentam semanalmente o Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II de Vila Nova de Famalicão, mas também com os demais alunos da sua turma. A situação formativa (Lopes, 2004), baseada na metodologia de *inquiry*, teve como ponto de partida a seguinte questão problema: Por que razão, quando se lava uma nódoa de vinho tinto numa toalha branca, esta por vezes não sai, mas muda de cor?

Para responder a esta questão os alunos foram realizar, autonomamente, pesquisas que os levaram a compreender que tal acontece porque o vinho tem antocianinas e as mesmas mudam a sua coloração quando em presença de soluções ácidas ou básicas, neste caso quando contactam com o sabão. A partir daí, o desafio foi o de tentarem descobrir na literatura, outros vegetais que, por também conterem antocianinas teria a mesma capacidade de originar soluções (aquosas ou alcoólicas) que pudessem, de igual modo, ser usadas como indicadores de ácido-base.

A atividade foi desenvolvida no 2º período letivo de 2021/2022 e culminou com a participação dos alunos no XIV Congresso Cientistas em Ação, realizado em abril de 2022 pelo Centro Ciência Viva de Estremoz. Nos Clubes Ciência Viva na Escola preconiza-se que o trabalho dinamizado seja, sempre que possível realizado em articulação com outras disciplinas e/ou inserido no trabalho curricular, houve nesta atividade o cuidado de complementar as atividades realizadas pelo grupo mais restrito de alunos (15 alunos) com os colegas da sua turma que, apesar de não frequentarem o clube como atividade extracurricular, eram alunos da mesma professora, o que permitiu esta integração. O trabalho desenvolvido por toda a turma na disciplina de Física e Química e as atividades dinamizadas pelo grupo mais restrito, no âmbito do Clube Ciência Viva na Escola, foram articulados, tendo uma parte do trabalho sido realizado pelos alunos do clube, que depois foram divididos por grupos de trabalho em contexto de sala de aula, onde trabalhavam com os restantes colegas nas tarefas que foram alargadas a todos.

O Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II surgiu em 2018 como resposta ao desafio lançado pela Direção Geral de Educação (DGE) e pela Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, que levaram a cabo a iniciativa de criar uma rede nacional de Clubes Ciência Viva nos Agrupamentos de Escolas/Escolas não Agrupadas, Escolas Profissionais e Estabelecimentos de Ensino Particulares e Cooperativos. Os Clubes Ciência Viva na Escola foram constituídos como espaços de ciência abertos, com o objetivo de promover o acesso de toda a comunidade educativa a práticas científicas inovadoras. Nestes espaços privilegia-se o contacto com a ciência e a tecnologia, promovendo a educação e o acesso generalizado dos alunos a práticas científicas de referência e promovendo o ensino experimental das ciências e tecnologias. Para tal, são incentivadas as parcerias entre os clubes e as instituições científicas e tecnológicas da região em que se inserem.

No ano letivo em que se desenvolveu esta atividade, o Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II era frequentado semanalmente por 15 alunos, em horário extracurricular, mas todas as atividades dinamizadas foram, sempre que possível, realizadas em articulação com outras dinamizadas em contexto educativo, tanto em projetos realizados em ligação com uma única disciplina, como é o caso da prática que aqui se relata em que a articulação foi feita com o trabalho levado a cabo na disciplina de Física e Química, como em projetos em articulação curricular com

outras disciplinas (e.g., Saraiva, Marques & Azevedo, 2022; Saraiva, Quintas & Azevedo, 2020; Saraiva, Torres & Quintas, 2019)

Quando foi lecionado o domínio das reações químicas, em particular as de ácido-base, foi proposto aos alunos, os 15 que frequentam semanalmente o Clube Ciência Viva, que investigassem, com base em artigos e publicações científicas, quais seriam os extratos de folhas, flores, raízes e frutos com potencial para serem utilizados como indicadores de ácido-base. Os extratos identificados como tendo potencial para funcionarem como indicadores ácido-base seriam extraídos pelos próprios alunos e posteriormente utilizados em contexto de sala de aula, para desenvolver uma atividade investigativa que permitisse, por um lado, identificar o carácter químico de soluções aquosas e, por outro, observar as diferentes colorações adquiridas pelos extratos em meios com diferentes gamas de pH.

As atividades dinamizadas em contexto de sala de aula foram desenvolvidas por um grupo mais amplo, uma vez que a totalidade da turma tinha 22 alunos. Uma vez que esta turma tinha alunos do ensino articulado da música e da dança, com horários distintos dos seus colegas, nem todos tinham a possibilidade de frequentar também o clube em horário extracurricular. Mas para que todos estivessem envolvidos e o trabalho dinamizado no clube fosse articulado com o currículo dos alunos, quando se lecionou na disciplina de Física e Química o domínio das reações químicas, em particular o que respeita às reações de ácido-base. Tal como preconizado nas aprendizagens essenciais (DGE, 2018), uma das experiências de aprendizagem a propor aos alunos passa pelo seu envolvimento em atividades que lhes permitam determinar o carácter químico de soluções aquosas, recorrendo ao uso de indicadores e medidores de pH. Além disso, no 7º ano, os alunos haviam já trabalhado os conceitos relativos às técnicas de separação e à solubilidade, fundamentais para o trabalho de extração dos pigmentos a utilizar como indicadores.

Tanto os resultados obtidos pelos alunos na atividade investigativa desenvolvida em sala de aula, como as diferentes técnicas de extração utilizadas para obter as soluções indicadoras, foram organizados pelos alunos que frequentam o clube para preparar uma comunicação oral que, posteriormente, apresentaram num Congresso organizado para jovens cientistas que frequentam os ensinos básico e secundário (i.e. XV Congresso Cientistas em Ação, promovido pelo Centro Ciência Viva de Extremoz). Esta atividade foi dinamizada no segundo período do ano letivo de 2021/2022 e o congresso teve lugar em abril de 2022. Nele participaram apenas 4 alunos, em representação de todo o grupo, uma vez que a logística para participar num Congresso numa cidade que fica distante da escola era complexa e dispendiosa. No entanto, foram elaborados posters científicos que foram apresentados na escola, com o contributo de todo o grupo, para divulgar o trabalho dinamizado.

A prática aqui descrita, que envolve por um lado a utilização de pigmentos para utilização como indicadores de ácido-base, nas também a complementaridade de tarefas dinamizadas em contexto formal, com outras em contexto não formal, permite ir mais além e fazer um trabalho com maior profundidade. Por outro lado, o facto de os alunos participarem no clube como atividade extracurricular e as sinergias criadas pela integração do clube na rede Ciência Viva, permite alocar recursos e possibilitar a participação num congresso. Ainda que apenas um grupo mais restrito de alunos tenha participado no clube e no congresso, a dinâmica de trabalho descrita neste artigo, permitiu que, mesmo os alunos que não o frequentam tenham tido oportunidade de estar igualmente envolvidos. Não foram ao congresso, mas tiveram a possibilidade de fazer apresentações em poster para a comunidade, por exemplo. Neste artigo, pretendemos explicitar

o modo como se articularam atividades desenvolvidas em contexto de educação formal, com outras realizadas em contexto não formal, para potenciar o envolvimento dos alunos em práticas epistémicas, i.e., práticas sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico, que lhes deram a oportunidade de desenvolver atitudes positivas sobre a ciência e o modo como esta se constrói, tornando-os cada vez mais competentes na utilização do conhecimento em contexto real (Saraiva, 2017).

No contexto educativo, foi proposto o desenvolvimento de uma situação formativa (Lopes *et al.*, 2010) que se estendeu por um conjunto de 2 aulas de 90 minutos, com todos os alunos da turma do 8 ano e que puderam ser estendidos a mais quatro sessões de 45 minutos levadas a cabo nos tempos do clube, com o objetivo de promover a aprendizagem conceptual relativa aos ácidos e bases, começando os alunos por aprender a determinar o carácter químico de soluções aquosas, recorrendo ao uso de indicadores e medidores de pH, tal como preconizado nas Aprendizagens Essenciais para a disciplina de Física e Química para o Ensino Básico (DGE, 2018). Todavia, esta situação formativa permitiu ir mais além do que a simples utilização de indicadores colorimétricos já disponíveis em laboratório, uma vez que os alunos investigaram sobre pigmentos de raízes, caules, folhas, flores e frutos que pudessem ser usados com a mesma finalidade, tal como o sugerem alguns autores e investigadores (e.g., Heredia-Avalos, 2006; Fonseca *et al.*, 2019). Assim, os alunos identificaram quais desses pigmentos poderiam ser facilmente extraídos, com os recursos disponíveis no laboratório da escola e, posteriormente, testaram-nos num conjunto de soluções do dia-a-dia, observando as diferentes colorações obtidas e construindo cartões com os códigos de cores correspondentes às diferentes gamas de pH.

A prática que aqui se apresenta tem duas vertentes: por um lado, relata-se uma prática levada a cabo no 3º ciclo do ensino básico, onde se combinam os contextos de educação formal e não formal; por outro, descreve-se uma prática de educação em ciência, com uma proposta didática que facilmente poderá ser replicada por outros professores, explorando as etapas da investigação científica levada a cabo pelos alunos relativamente ao uso de extratos de origem vegetal com potencial como indicadores colorimétricos de ácido-base.

Como neste trabalho se pretende, sobretudo, valorizar o papel ativo dos alunos, a parte da descrição procedimental e dos resultados alcançados foi inteiramente elaborada por eles, resultando na já referida comunicação ao XV Congresso dos Jovens Cientistas e na obtenção de uma Menção Honrosa, como publicado no respetivo livro de Resumos do Congresso (Rocha *et al.*, 2022). Assim, para o trabalho que agora se apresenta, os mesmos alunos foram convocados como coautores, um aspeto que também releva para o carácter inovador da prática, na medida em que é algo pouco habitual no contexto da educação não superior.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

Os indicadores ácido-base ou indicadores de pH, são ácidos ou bases orgânicas fracas, que mudam de cor quando em contato com soluções básicas ou ácidas. Tais indicadores podem ser de origem natural ou sintética. Normalmente, em laboratório, recorre-se a indicadores de origem sintética, como é o caso da fenolftaleína ou da tintura azul de tornesol. No entanto, existem alguns indicadores de origem natural que podem ser extraídos de vegetais, frutos ou flores, como é o caso das antocianinas, que são pigmentos que existem na couve roxa, no vinho tinto, na beterraba, na borra do café ou nas amoras. Uma das principais características das antocianinas é a sua

mudança de cor em função do pH do meio, o que justifica o seu uso como indicadores naturais de pH.

Neste trabalho, os alunos extraíram o pigmento de couve-roxa, das pétalas de rosa, do vinho tinto e da borra do café, usando as soluções daí resultantes como indicadores de ácido-base. Foram também testadas por eles outras classes de compostos, como é o caso da curcumina presente no açafrão, para explorar as muitas possibilidades de utilização de pigmentos de origem vegetal como indicadores colorimétricos. A utilização de extratos naturais como indicadores de pH tem como principal vantagem o seu baixo custo e disponibilidade. Além disso, o próprio processo de extração destes pigmentos e a sua aplicação como indicadores de pH permite trabalhar outros aspetos relacionados com as técnicas de extração, separação de misturas ou preparação de soluções.

As propostas de trabalho, no âmbito desta situação formativa implementada (Lopes, , tiveram como ponto de partida um desafio lançado aos alunos que se prendia com a questão: Por que razão, quando se lava uma nódoa de vinho tinto numa toalha branca, esta por vezes não sai, mas muda de cor? Os alunos começaram pela pesquisa de informação em artigos científicos, para identificar possíveis raízes, caules, folhas ou frutos, cujos pigmentos tivessem potencial para serem extraídos e usados como indicadores de ácido-base, o trabalho de extração por diversas técnicas, o armazenamento e uso como indicadores em diferentes soluções e a interpretação das diferentes colorações obtidas para cada caso, quando adicionados aos diferentes meios, foram dinamizadas pelos alunos e culminaram na comunicação dos resultados obtidos em formato poster à comunidade da nossa escola e, para um grupo mais restrito de alunos, em formato de comunicação oral apresentada num congresso especialmente desenvolvido para alunos dos ensinos básico e secundário.

O envolvimento dos alunos nas várias tarefas previstas nesta situação formativa, que privilegiou a metodologia de *inquiry*, permitiram o desenvolvimento de metodologias ativas, nas quais, em alguns momentos, o conhecimento é construído de forma combinada entre o professor e o aluno e noutros, tira partido do trabalho colaborativo entre pares e respetivas interações, promovendo sempre a autonomia e a responsabilidade pelo aprender, mas noutros ocorreu mediada pela tecnologia e recursos digitais. Nesta abordagem, baseada na investigação e na experimentação, os conceitos de ácido-base foram trabalhados, partindo da investigação e questionamento sobre o mundo circundante e recorrendo à experimentação para alcançar resultados mais profundos (Sotáková, Ganajová & Babincakova, 2020). Durante o processo, adotando uma proposta em linha pelo defendido por estes autores, os alunos coletaram e registam informações que eles posteriormente apresentam de maneiras diferentes, reforçando a comunicação entre si, com a professora, com outros alunos e restante comunidade escolar e ainda com especialistas. O facto de terem trabalhado com vários recursos e fontes de informação, como artigos científicos e sites de internet, acrescenta maior relevância ao papel da pesquisa neste tipo de abordagem didática.

As tecnologias digitais também foram integradas no processo de ensino, aprendizagem e avaliação, possibilitando o desenvolvimento de ambientes híbridos, potenciadores de abordagens pedagógicas dinâmicas e otimizando os tempos de trabalho (Moreira & Horta, 2020). A utilização das tecnologias de forma híbrida agilizou o acesso aos recursos disponibilizados, promoveu o trabalho autónomo, potenciou a colaboração e permitiu uma comunicação mais eficiente dos resultados das investigações levadas a cabo pelos alunos. Também a avaliação formativa

beneficiou da integração das tecnologias na situação formativa dinamizada e desenvolvida pelos alunos na sala de aula, mas também fora dela.

Como já referido, este trabalho foi estendido para tempos e espaços que ultrapassam os muros da sala de aula, em particular os destinados à frequência do Clube Ciência Viva, mas também outros de trabalho autónomo em casa. Os alunos tiraram partido do conhecimento construído em contexto formal para, através de atividades levadas a cabo em contexto não formal, lhe dar um maior sentido e também maior visibilidade.

Tal como defendem vários autores (Cuesta *et al.*, 2000; Longhi & Schroeder, 2012) os clubes de ciência são espaços pedagógicos propícios à promoção de aprendizagens eficazes e que despertam a curiosidade dos jovens. Vários estudos (e.g., Gottfried & Williams, 2013; Sahin, Ayar & Adiguzel, 2014) documentam a existência de uma correlação positiva entre a participação dos alunos em clubes de ciência e os seus desempenhos académicos nesta área. Os clubes permitem a criação de um ambiente onde os jovens estão mais predispostos para aprender e são postos em contacto com atividades de cariz mais lúdico do que aquelas que ocorrem em situações de aprendizagem em contexto formal (Ansbacher, 1999; Blanchard, Hoyle & Gutierrez, 2017).

Ainda que esta abordagem, em si mesma, constitua uma mais-valia, nos Clubes Ciência Viva na Escola pretende-se ir para além da criação de espaços de aprendizagem apenas para dinamizar atividades em contexto não formal, cujas atividades ficam apenas adstritas a um grupo limitado de alunos. Pelo contrário, pretende-se que sejam espaços que tiram partido das dinâmicas e sinergias ali geradas, assim como dos recursos a ele alocados, para promover e sustentar práticas de articulação curricular, com as várias disciplinas do currículo regular dos alunos. Pretende-se e integrar os projetos e atividades dinamizados no âmbito do Clube Ciência Viva no currículo dos alunos. Assim, o Clube Ciência Viva na Escola pretende contribuir para a educação STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), tanto em contexto formal como não formal.

Foi no Clube que os alunos, seguindo um trabalho de imitação dos cientistas no seu local de trabalho, puderam usar como ponto de partida a leitura de artigos científicos para identificar o quadro teórico relativo ao problema em questão, isto é, a existência de pigmentos extraídos de raízes, caules, flores e frutos com potencial para serem usados como indicadores colorimétricos, proceder à sua extração e planear de que modo poderiam depois ser testados em laboratório, por todos os alunos da turma, para tirar conclusões, por um lado sobre o carácter químico de uma série de soluções aquosas de uso comum e, por outro, identificar as diferentes colorações que cada um dos “indicadores” adquire em função dos diferentes valores de pH do meio. Os alunos tiveram de se organizar para sistematizar os resultados das suas observações e para os comunicar a toda a turma. Posteriormente, o grupo que frequenta o Clube Ciência Viva, preparou um poster, uma apresentação oral e um stand para apresentar no Congresso dos Jovens Cientistas. Deste modo, tiveram a experiência de comunicação em ciência e a possibilidade de participação num congresso, tal como os cientistas no contexto da produção científica. Ainda que apenas um grupo limitado pôde viajar para Extremoz para participar no Congresso, todos sentiram que o trabalho era fruto da colaboração do grupo mais alargado. Desta forma, tornam-se mais significativas as práticas epistémicas dos alunos e também mais impactantes as atividades desenvolvidas no Clube Ciência Viva na Escola (Ozis *et al.*, 2018).

### 3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A professora começou por lançar o desafio aos alunos, partindo da questão: Por que razão, quando se lava uma nódoa de vinho tinto numa toalha branca, esta por vezes não sai, mas muda de cor?

Após relacionarem a mudança de cor à influência do sabão e à identificação do carácter básico deste, compreenderam que o vinho mudou de cor porque o meio onde se encontrava mudou o seu pH. Então, depois deste momento de discussão e contextualização, a professora lançou um novo desafio, mais orientado para a investigação que teriam de levar a cabo, solicitando que encontrassem outras substâncias capazes de, tal como o vinho tinto, mudar de cor consoante o pH do meio.

Importa referir que, previamente, havia sido solicitado aos alunos que estudassem a informação disponibilizada na plataforma *Google Classroom* sobre ácidos e bases e sobre indicadores colorimétricos.

Após o lançamento do desafio, os alunos, divididos em grupos de trabalho, investigaram sobre pigmentos com potencial para serem extraídos e utilizados. Os alunos foram incentivados a investigar de forma autónoma no seio do grupo, cada um por si, partilhando as suas potenciais ideias num documento partilhado (i.e., *Google Docs*). Desta forma, aumentou-se o envolvimento produtivo e a cooperação. No final da aula, de 90 minutos, foram discutidas as propostas dos alunos e avaliada a facilidade/dificuldade em encontrar as folhas, frutos ou raízes em questão.

Cada grupo teve de preparar em casa extratos dos pigmentos que selecionou, maioritariamente por solubilização em água ou álcool. Em cada grupo, os alunos que ficaram responsáveis pelas extrações, trouxeram para a aula seguinte os extratos dos pigmentos selecionados (em pequenos frascos rotulados) e os demais colegas trouxeram soluções aquosas de uso comum no dia-a-dia, para testar os respetivos indicadores. Este aspeto relativo à divisão de tarefas e responsabilidades é também um aspeto chave no envolvimento dos alunos nas tarefas.

As instruções sobre a forma de extrair os diferentes pigmentos foram identificadas durante as pesquisas dos alunos, mas também foram disponibilizados pela professora, na plataforma *Google Classroom*, artigos científicos (e.g., Martins *et al.*, 2017) onde as mesmas eram descritas de forma sistemática e facilmente replicável pelos alunos em casa. Por exemplo, para a extração do pigmento de couve-roxa e também para as pétalas de rosa foi dada a indicação de deixar ferver as folhas da couve e as pétalas das flores em água durante 15-20 minutos, até as folhas perderem a coloração.

No caso da borra de café, realizou-se a extração em etanol (processo a frio), adicionando cerca de 100 g de borra de café a 50 mL de álcool e deixando-se o conteúdo em repouso pelo menos uma hora antes de ser coado e guardado no frasco. Antes de ser usado na aula, foi filtrado com papel de filtro, uma vez que havia ainda pequenas partículas em suspensão.

Para a extração da curcumina foi dada a instrução de ferver açafrão por alguns minutos. Neste caso utilizou-se açafrão de compra em superfícies comerciais, uma vez que foi o único que os dois alunos responsáveis foram capazes de arranjar. Foi dada a instrução de que deixassem repousar e, como as partículas do açafrão eram de pequena dimensão, procedeu-se como para o café e, antes de ser usado na aula seguinte, foi filtrado com papel de filtro. Um outro aluno ficou

encarregue de fazer a extração alcoólica, deixando uma pequena porção de açafrão em álcool por algumas horas. Depois, procedeu-se de modo idêntico ao do extrato aquoso e filtrou-se a solução.

Durante a aula seguinte, os alunos testaram as suas soluções, com diferentes indicadores, isto é, com diferentes extratos e também o vinho tinto, fazendo os registos no caderno, mas também captando vídeos e fotos, à medida que testavam os diferentes extratos nas soluções aquosas escolhidas, adicionando, 2-3 gotas de cada extrato. Cada grupo testou dois extratos, pelo que houve pigmentos usados por mais do que um grupo de alunos, como foi o caso do extrato da couve roxa e do vinho tinto. Assim, foi possível comparar as colorações obtidas. Mas, no caso do açafrão, das borras de café e das pétalas de rosa não se repetiram e houve apenas os resultados de um grupo para cada extrato. Ainda que os alunos usassem sempre um ensaio em branco, foi mais difícil nestes casos aferir sobre a gama de colorações obtidas para as diferentes soluções aquosas testadas.

Os pigmentos em que se observaram melhores desempenhos em termos colorimétricos, foram o extrato de couve roxa (resultado já amplamente conhecido em manuais escolares, por exemplo), as pétalas de rosa, o açafrão, o vinho tinto e as borras de café. Observou-se que as colorações obtidas com a solução de extrato de couve-roxa variam dos tons rosa ou vermelho (soluções ácidas), para verde ou azul (soluções básicas), passando pelo roxo (soluções neutras), conforme se mostra na figura 1.

Quando se testou o extrato de pétalas de rosa, verificou-se que as colorações variaram de laranja para as soluções ácidas, verde para as bases e rosa para as soluções neutras (manteve a cor da solução do extrato), como se observa na figura 2.



**Figura 1** Resultados obtidos com couve-roxa

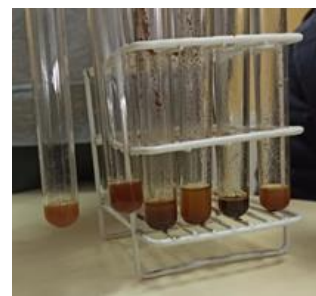


**Figura 2** Resultados obtidos com pétalas de rosa

Quando se adicionou o vinho tinto, verificou-se que apenas mudou de cor na presença das soluções básicas (detergente). Já com as borras de café, o seu extrato adquiriu uma cor castanha mais escura na presença de soluções básicas (ver figuras 3 e 4).



**Figura 3** Resultados obtidos com vinho tinto



**Figura 4** Resultados obtidos com borras de café



Foi possível observar que quando se adicionou a solução de extrato de açafrão, as colorações obtidas variaram de castanho-esverdeado nas soluções ácidas a vermelho nas soluções básicas (figura 5). Apenas obtivemos resultados com a solução aquosa.



**Figura 5** Resultados obtidos com açafrão

Os alunos concluíram que os extratos aquosos ou alcoólicos testados adquiriam diferentes tonalidades em função da acidez do meio onde eram adicionados, tendo confirmado as gamas de pH de cada solução aquosa testada recorrendo a papel indicador universal.

Com base nas observações e registos, os alunos organizaram os seus resultados em tabelas e elaboraram um código de cores para cada um dos seus indicadores. A elaboração dos posters, uma vez que seria um elemento a constar da avaliação sumativa dos alunos, foi também realizado durante uma aula de 90 minutos, ainda que tivesse sido solicitado aos alunos que organizassem previamente tudo o que iriam necessitar, uma vez que o tempo poderia ser insuficiente. Foi fornecido, através da plataforma *Google Classroom*, um *template* em *PowerPoint* para elaboração de um poster científico e também fornecidos alguns sites e aplicações gratuitas, como o *Piktochart* (<https://piktochart.com/>) ou o *Adobe Express* (<https://www.adobe.com/express/create/poster/>), que agilizam a elaboração deste formato de comunicação.

Posteriormente, tal como já referido, dado o interesse do trabalho realizado, os pósteres foram afixados numa zona de passagem de alunos e professores, na parede exterior da sala do Clube Ciência Viva na Escola.

Como o Clube faz parte da rede nacional “Ciência Viva” e tem como principal objetivo proporcionar aos alunos o envolvimento em práticas científicas de referência, face ao repto lançado pelo Centro Ciência Viva de Estremoz, que organiza anualmente o “Congresso Cientistas em Ação”, no qual os alunos são incentivados a partilhar experiências e a expor as suas ideias à observação dos outros, os alunos que o frequentam numa base semanal foram apresentar o seu trabalho junto de outros colegas de outras escolas portuguesas. O grupo de alunos do Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II que foi apresentar o trabalho a Estremoz era mais limitado, apenas 4 alunos, mas representavam todo o grupo, isto é, todos os alunos da turma que havia levado a cabo esta atividade em sala de aula e realizado as etapas de natureza experimental relativas ao teste dos indicadores nas diferentes soluções. Na sala de aula foram recolhidos todos os dados e elaborados os registos das observações. No entanto, por haver tempo extracurricular para dedicar a essa tarefa, foi o grupo de alunos que frequenta o Clube que compilou e organizou toda a informação, aperfeiçoou algumas partes técnicas da investigação, otimizando alguns dos processos de extração de alguns pigmentos ou testando, por exemplo, pétalas de rosas de diferentes cores, para ver se havia alguma alteração dos resultados.

Os alunos participaram depois no XV Congresso Cientistas em Ação, no qual tinham uma parte de comunicação oral para o auditório composto por professores e alunos de diferentes

escolas do país, mas também uma parte de oficina/atelier onde apresentavam o aparato experimental e levavam a cabo, in loco, alguns ensaios experimentais. Da participação de um grupo de alunos no referido congresso, alguns dos quais coautores deste relato, resultou a obtenção de uma Menção Honrosa, tendo a comunicação sido publicado nas Atas do Congresso (Rocha *et al.*, 2022).

#### 4. DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DA PRÁTICA PROFISSIONAL

A avaliação que fazemos desta situação formativa é bastante positiva, na medida em que foi possível colocar os alunos perante um desafio que os conduziu ao desenvolvimento de práticas epistémicas, como a observação e a descrição de situações físicas e de resultados experimentais, a identificação de condições empíricas, a formulação de hipóteses, o manuseamento de equipamento, o questionamento, a comunicação e a validação do conhecimento construído, entre outras. O envolvimento dos alunos em práticas epistémicas, tal como muitos autores afirmam (Krist, 2016; Osborne, 2014) é determinante para que os alunos possam desenvolver uma compreensão mais profunda acerca da natureza do conhecimento científico e dos processos através dos quais ele pode ser construído.

Além disso, o facto de este trabalho ter sido dinamizado em contexto formal, na sala de aula, mas complementado, amplificado e estendido através do trabalho no Clube, conduziu à preparação de uma comunicação oral a um congresso especialmente pensado para levar os alunos a “desenvolver o contacto e a troca de ideias com cientistas, professores e outros alunos, promovendo a colocação dessas ideias à observação de outros” e para “promover o espírito científico dos jovens, através da realização e desenvolvimento de projetos científicos nos quais o ensino experimental se revela uma prioridade” (Dias *et al.*, 2022). O facto de os alunos terem sido agraciados com uma Menção Honrosa no referido Congresso Cientistas em Ação, também atesta sobre a qualidade do trabalho desenvolvido com este grupo de alunos.

Um outro aspeto que destacamos como positivo nesta prática implementada foi a forma como as tecnologias e recursos digitais permitiram implementar metodologias ativas, desenvolver ambientes híbridos de aprendizagem, recorrendo, por exemplo, ao modelo de sala de aula invertida e disponibilizando os materiais e recursos previamente para desenvolver a aprendizagem autónoma. Verificou-se que a “rotação ocorre entre a prática supervisionada pelo professor na escola e a aprendizagem online”, uma vez que os “alunos estudam os conceitos teóricos e têm acesso à informação acerca de um tema, em casa, num ambiente online”, neste caso através de textos e sites para pesquisa (Moreira & Horta, 2020). Houve também a possibilidade de aplicação prática de conhecimento teórico, isto é, tiveram a possibilidade de investigar e aplicar em situações concretas e, simultaneamente consolidar e expandir conhecimento fora da sala de aula. O grupo de alunos que frequenta o clube, em horário extracurricular, teve oportunidade de o fazer nesse espaço, apoiado pelo grupo de colegas e pela professora. Os demais colegas (e os do clube também) puderam aprofundar os conhecimentos novamente em casa, tal como se verificou quando tiveram de preparar os extratos em casa ou organizar o material para agilizar a elaboração dos posters depois na aula novamente.

Nesse caso, a integração da tecnologia na organização das várias tarefas da situação formativa e no acesso dos alunos aos recursos, aos dados ou aos procedimentos experimentais, além de potenciar as práticas epistémicas em curso, uma vez que permite ajudar o professor e os

alunos a organizar os vários elementos do campo questiono-experimental (Lopes, 2004), contribuiu também para o desenvolvimento de competências digitais dos alunos, capacitando-os para o desenvolvimento de trabalho autónomo e para o desenvolvimento de competências ao nível da interação com as ferramentas digitais para trabalho colaborativo e produção de conteúdos (e.g., poster, apresentação para o congresso) com recurso a aplicações gratuitas disponíveis na internet. Este aspeto é muito importante para a capacitação digital dos próprios alunos.

A avaliação das aprendizagens durante a prática implementada, revestiu-se maioritariamente de um carácter formativo, sendo o foco o processo de construção do conhecimento através do desenvolvimento das várias etapas de *inquiry*. Todavia, houve também o momento de avaliar com carácter sumativo as aprendizagens realizadas pelos alunos, sendo feita através da tarefa de apresentação da comunicação em poster. Foram adotados os critérios de avaliação do agrupamento, nomeadamente, os que respeitam à construção do conhecimento, à comunicação e à participação e envolvimento dos alunos. Foi adotada uma rubrica de avaliação (Brookhart, 2013) que orientou a recolha de informação e o juízo de valor face ao desempenho dos alunos, sendo estes bastante satisfatórios.

Esta prática, tal como implementada, permitiu que os alunos aprendessem as bases do conhecimento disciplinar, neste caso na área da química (ácidos e bases) e também um conjunto de habilidades práticas, uma vez que foram colocados perante a necessidade de resolverem problemas do mundo real integrando ativamente o conhecimento (Khan et al., 2011). Esta atividade, permitiu assim o desenvolvimento das aprendizagens essenciais e contribuiu para o desenvolvimento de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins *et al.*, 2017), nomeadamente as associadas à colaboração e à comunicação. Esta avaliação teve por base o facto de os alunos terem trabalhado sempre em grupo, o que os obrigou a negociar e encontrar consensos para fazer face aos problemas com que se depararam ao longo de todo o projeto.

A oportunidade de terem comunicado os seus resultados através de poster e também durante a apresentação no congresso, colocou-os numa situação real de comunicação em publico e a serem assertivos no modo como comunicaram os seus resultados. Foram colocados perante uma situação que é habitual no contexto da produção científica, que se prende com a comunicação e validação de resultados perante os seus pares. Estas são importantes práticas epistémicas e permitem o desenvolvimento de competências de alto nível e, pelo facto de terem tido oportunidade de as realizarem no contexto desta atividade contribuiu positivamente para as suas aprendizagens, tal como advogam alguns autores (Lopes, Branco & Jimenez-Aleixandre, 2011)

Também as atividades e a participação dos alunos em atividades em contexto não formal foram avaliadas através de inquéritos de satisfação, tendo sido maioritariamente consideradas por eles como “Muito relevantes”, tanto no que respeita ao envolvimento global no projeto, como à participação no congresso. Este é um resultado que está em linha com o defendido por outros autores (e.g., Gottfried & Williams, 2013), que destacam o impacto positivo da participação em clubes de ciência na aprendizagem dos alunos.

Este trabalho pretende ser um contributo para a prática profissional dos professores, em particular para os da área das ciências físicas e naturais, na medida em que este tipo de intervenção, onde se combinam atividades realizadas em contexto de educação formal, com atividades levadas a cabo em contexto não formal, pode ser aplicado em outros contextos e níveis de ensino. Os resultados que pretendemos aqui explorar, são, por um lado os resultados

alcançados pelos alunos, mas também pretendemos deixar aqui, a exploração/descrição de uma atividade passível de ser realizada por outros professores, sem grandes constrangimentos, uma vez que recorre a procedimentos e materiais de fácil acesso e baixo custo.

Como oportunidade de trabalho futuro, identificamos a necessidade de encontrar forma de combinar técnicas e procedimentos de avaliação, que permitam recolher informação que nos leve a melhor explorar e compreender em que medida se alcançam diferentes resultados, em termos de aprendizagem e desenvolvimento de competências dos alunos, quando se combinam os contextos de aprendizagem formal e não formal, quando comparados com os alcançados quando se trabalha num único contexto.

## REFERÊNCIAS

- Ansbacher, T. (1999). Experience, inquiry, and making meaning. *Exhibitionist*, 18(2), 22-26.
- Blanchard, M. R., Hoyle, K. S., & Gutierrez, K. S. (2017). How to start a STEM club. *Science Scope*, 41(3), 88-94.
- Brookhart, S. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. Alexandria, VA: ASCD.
- Cuesta, M., Díaz, M. P., Echevarría, I., Morentin, M., & Pérez, C. (2000). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique*, 26(January).
- Dias, R. Silva, V., Campos, S. & Pereira, E. (Orgs) *Livro de Resumos do XV Congresso Nacional Cientistas em Ação*. Estremoz: Centro Ciência Viva de Estremoz.
- DGE (2018). *Aprendizagens Essenciais – Ensino Básico: Física e Química 8º ano*. Lisboa: Ministério da Educação – Direção Geral da Educação.
- Fonseca, A., Oliveira, C. P., Colares, R., Alcócer, J. C., & Pinto, O. (2019). Avaliação de Extratos Etanólicos da Borra de Café como Indicadores de pH. *Agrarian Academy*, 6(11), 73-81.
- Gottfried, M. A., & Williams, D. (2013). STEM club participation and STEM schooling outcomes. *Education policy analysis archives*, 21, 79.
- Grady, J. S., Her, M., Moreno, G., Perez, C., & Yelinek, J. (2019). Emotions in storybooks: A comparison of storybooks that represent ethnic and racial groups in the United States. *Psychology of Popular Media Culture*, 8(3), 207–217. <https://doi.org/10.1037/ppm0000185>
- Heredia-Avalos, S. (2006). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(1), 89-103.
- Longhi, A., & Schroeder, E. (2012). Clubes de ciências: o que pensam os professores coordenadores sobre ciência, natureza da ciência e iniciação científica numa rede municipal de ensino. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 11(1).
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física. Fundação Calouste Gulbekian*. Lisboa: Fundação para a Ciência e a Tecnologia/Ministério da Ciência e Ensino Superior.
- Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Silva, A. A. (2010). *A model for effective teaching in science and technology (METILOST)*. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Lopes, J. B., Branco, J., & Jimenez-Aleixandre, M. P. (2011). 'Learning Experience' Provided by Science Teaching Practice in a Classroom and the Development of Students' Competences. *Research in Science Education*, 41(5), 787-809. doi:10.1007/s11165-010-9190-5
- Khan, M. S., Hussain, S., Ali, R., Majoka, M. I., & Ramzan, M. (2011). Effect of inquiry method on achievement of students in chemistry at secondary level. *International journal of academic research*, 3(1), 955-959.

- Krist, C. (2016). How a 6th Grade Classroom Develops Epistemologies for Building Scientific Knowledge. In C.-K. Looi, J. Polman, U. Cress & P. Reimann (Eds.), *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2016)* (Vol. 2, pp. 306-313). Singapore: International Society of the Learning Sciences.
- Martins, G. D. O., Gomes, C. A. S., Brocardo, J., Pedroso, J. V., Camilo, J. L. A., Silva, L. M. U., ... & Rodrigues, S. M. C. V. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Martins, R., Bernardi, F., Kreve, Y., Nicolini, K., & Nicolini, J. (2017). Coleção de propostas utilizando produtos naturais para a introdução ao tema ácido-base no Ensino Médio (Parte I). *Educación química*, 28(4), 246-253. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.03.005>
- Moreira, J. A., & Horta, M. J. (2020). Educação e ambientes híbridos de aprendizagem. Um processo de inovação sustentada. *Revista UFG*, 20. <https://doi.org/10.5216/revufg.v20.66027>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Ozis, F., Pektas, A. O., Akca, M., & DeVoss, D. (2018). How to Shape Attitudes Toward STEM Careers: The Search for the Most Impactful Extracurricular Clubs. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 8(1), Article 3. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1192>.
- Rocha, L., Ribeiro, M., Carvalhal, M., Henriques, R., Pinheiro, R., Costa, S. & Saraiva, E. (2022). Pigmentos Vegetais como indicadores de ácido-base. In Rui M. Soares Dias (Coord.) *Atas do XV Congresso Nacional Cientistas em Ação* (pp. 80-82). Centro Ciência Viva de Estremoz. Pólo de Estremoz da Universidade de Évora. Estremoz.
- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
- Saraiva, E. (2017). *Estudo do papel da representação visual no contexto da mediação dos professores de ciências físicas*. Tese de Doutoramento. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Saraiva, E., Marques, P., & Azevedo, M. M. (2022). *Dynamics and Synergies through STEM Clubs: "Ciência Viva@School"*. 4th Scientix Conference, 17-19 November, Brussels, Belgium (Online).
- Saraiva, E., Quintas, M.J., Azevedo, M.M (2020). Dinâmicas e sinergias geradas pelo Clube Ciência Viva na Escola D. Maria II. In J. B. Lopes, J. P. Cravino, C. A. Santos & E. S. Cruz (Eds.), *Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia - Atas do Encontro internacional "A Voz dos Professores de C&T" VPCT 2020* (pp. 851-856). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. (ISBN: 978-989-704-429-8).
- Saraiva, E., Torres, A., Quintas, M. J. (2019). *Clube Ciência Viva no Pátio da Nossa Escola*. Encontro de Ensino e Divulgação da Química 2019. 15 a 16 de novembro, Escola Secundária Avelar Brotero, Coimbra.
- Sotáková, I., Ganajová, M., & Babincakova, M. (2020). Inquiry-Based Science Education as a Revision Strategy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 499-513. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.499>