

[Cierre de edición el 01 de Enero del 2023]

<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

A ciência cidadã na promoção da consciencialização químico-ambiental dos alunos, no contexto da poluição marinha por (micro)plásticos

Ciencia ciudadana en la promoción de la conciencia químico-ambiental de estudiantes en el contexto de la contaminación marina por (micro)plásticos

Citizen Science in Promoting Chemical-Environmental Awareness of Students in the Context of Marine Pollution by (Micro)Plastics

José Luís Araújo

Universidade do Porto
Faculdade de Ciências
Centro de Investigação em Química
Porto, Portugal

jose.araujo@fc.up.pt

 <https://orcid.org/0000-0002-0617-2407>

Carla Morais

Universidade do Porto
Faculdade de Ciências
Centro de Investigação em Química
Porto, Portugal

cmorais@fc.up.pt

 <https://orcid.org/0000-0002-2136-0019>

João Carlos Paiva

Universidade do Porto
Faculdade de Ciências
Centro de Investigação em Química
Porto, Portugal

jcpaiva@fc.up.pt

 <https://orcid.org/0000-0002-1377-0085>



Recibido • Received • Recebido: 01 / 08 / 2021
Corregido • Revised • Revisado: 18 / 08 / 2022
Aceptado • Accepted • Aprovado: 12 / 09 / 2022

Resumo:

Objetivo. Avaliar de que modo as tarefas desenvolvidas pelos alunos no âmbito do projeto educacional de ciência cidadã PVC de monitorização da qualidade das águas costeiras contribuíram para a promoção da sua consciencialização para a problemática do lixo marinho, em particular, da poluição do oceano por plásticos e por microplásticos e para a importância da Química na sociedade.

Metodologia. A etapa do projeto que aqui se apresenta era constituída por um conjunto de seis tarefas assíncronas, realizadas com mediação digital através da plataforma Moodle que decorreu durante o ano letivo 2018/2019 e envolveu 442 alunos e nove professores do 3.º Ciclo do Ensino



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Básico da região norte litoral de Portugal. Dados sobre o impacto na consciencialização dos alunos para os contextos abordados foram recolhidos a partir dos registos elaborados pelos alunos em cada tarefa, e foram, posteriormente, analisados com recurso à técnica de análise de conteúdo. **Discussão.** Da análise destes resultados emergiram indicadores do contributo positivo do projeto PVC na consciencialização dos alunos para a poluição dos ambientes marinhos por (micro)plásticos bem como na sensibilização para o papel da Química na sociedade, tendo os alunos demonstrado opiniões positivas face a esta ciência e reconhecido as suas inter-relações com outras áreas da ciência e da tecnologia. **Conclusão.** Constatou-se assim que, através da exploração de contextos atuais e relevantes, que os projetos de ciência cidadã apresentam um grande potencial na promoção da sensibilização dos alunos para as temáticas químico-ambientais.

Palavras-chave: Consciencialização ambiental; lixo marinho; microplásticos; educação em química.

Resumen:

Objetivo. Evaluar cómo las tareas desarrolladas por estudiantes dentro del proyecto educativo de ciencia ciudadana PVC para monitorear la calidad de las aguas costeras contribuyeron a la promoción de su conciencia sobre el problema de la basura marina, en particular, la contaminación del océano por plásticos y microplásticos, y la importancia de la química en la sociedad. **Metodología.** La etapa del proyecto presentada aquí consistió en un conjunto de seis tareas asincrónicas, realizadas con mediación digital a través de la plataforma Moodle que tuvo lugar en el año escolar 2018/2019 e involucró a 442 estudiantes y nueve docentes de química de la escuela secundaria en la región costera norte de Portugal. Los datos sobre el impacto en la conciencia estudiantil de los contextos discutidos se recolectaron a partir de los registros generados por el estudiantado en cada tarea y se analizaron utilizando la técnica de análisis de contenido. **Discusión.** De este análisis surgieron indicadores de la contribución positiva del proyecto PVC en la sensibilización del estudiantado sobre la contaminación de los entornos marinos por (micro)plásticos, así como en la sensibilización sobre el papel de la química en la sociedad, con estudiantes con opiniones positivas hacia esta ciencia y que reconocen sus conexiones con otras áreas de la ciencia y la tecnología. **Conclusión.** Se constató que, a través de la exploración de contextos actuales y relevantes, los proyectos de ciencia ciudadana tienen un gran potencial para promover la conciencia estudiantil sobre temas químico-ambientales.

Palabras clave: Conciencia medioambiental; basura marina; microplásticos; educación química.

Abstract:

Objective. To evaluate how the tasks carried out by the students in the scope of the PVC educational citizen science project for monitoring the quality of coastal waters contributed to raising their awareness of the problems of marine litter, in particular, the pollution of the ocean by plastics and microplastics, and the importance of chemistry in society. **Methods.** The project stage here presented consisted of six asynchronous tasks, conducted with digital mediation through the Moodle platform. The project took place in the 2018/2019 school year and involved 442 students and nine chemistry teachers from a middle school in the northern coastal region of Portugal. Data on the impact on students' awareness of the contexts considered were collected from the outputs the students produced in each task. The data were analyzed using the content analysis technique. **Discussion.** From this analysis emerged indicators of the PVC project's positive contribution to raising students'

awareness of the pollution of marine environments by (micro)plastics, as well as raising awareness of the role of chemistry in society. The students expressed positive opinions toward this science and recognized its links with other areas of science and technology. **Conclusion.** Thus, it was found that citizen science projects significantly promote students' awareness of chemical-environmental subjects by exploring current and relevant contexts.

Keywords: Environmental awareness; marine litter; microplastics; chemistry education.

Aprendizagem da Química baseada em contextos

De acordo com a literatura, existem várias razões que levam os alunos a considerar a Química como uma disciplina de difícil aprendizagem. Por exemplo, [Cardellini \(2012\)](#), [Gulacar et al. \(2018\)](#), referem que, de uma forma generalizada, o método de ensino expositivo ainda é aquele que predomina nas práticas letivas dos professores desta disciplina. De acordo com [Cardellini \(2012\)](#), esta metodologia de ensino promove um baixo grau de envolvimento e, até, uma alienação dos alunos na aprendizagem. Como [McKeachie \(1994\)](#) refere, o maior problema deste tipo de ensino é que os estudantes assumem um papel passivo na aquisição dos conhecimentos. Por outro lado, também como afirma [Johnstone \(1991\)](#), a Química é vista pelos alunos como uma disciplina difícil, complexa e abstrata que requer muito esforço e um intelecto acima da média para poder ser compreendida. Ou seja, a própria natureza desta ciência torna-a inacessível ([Cardellini, 2012](#)). Neste sentido, [Johnstone \(1991\)](#) acrescenta que a complexidade intrínseca da Química e as suas dificuldades de aprendizagem se devem, à natureza da construção do seu conhecimento que é feita inter-relacionando três níveis conceptuais distintos: macroscópico, submicroscópico e simbólico. De acordo com este autor, o estabelecimento de relações entre níveis conceptuais promove a aprendizagem da Química uma vez que evidencia a natureza desta ciência. Portanto, os problemas conceptuais decorrem, habitualmente, de mal-entendidos entre a extrapolação feita entre o nível macroscópico das ideias e dos fenómenos e a sua explicação a nível submicroscópico ([Wood, & Donnelly-Hermosillo, 2019](#)).

Vários autores referem que a investigação do Ensino da Química revela ainda vários outros obstáculos à sua aprendizagem, nomeadamente, dificuldades de nível afetivo e atitudes negativas em relação à Química ([Gulacar et al., 2018](#)) bem como barreiras cognitivas ([Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos \[OECD\], 2016](#)) pelo facto da Química ser considerada pelos alunos como irrelevante, aborrecida e desajustada à realidade ([Sausan et al., 2018](#)).

Apesar da Química ser uma ciência de especial importância no desenvolvimento do mundo moderno, fornecendo uma explicação razoável para os eventos naturais, e estando presente em muitos acontecimentos, problemas ou equipamentos que encontramos no dia a dia, os alunos consideram, frequentemente, os conceitos de Química muito abstratos, uma vez



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

que também não conseguem estabelecer pontes entre esta ciência e fenômenos e situações do seu cotidiano (Önen, & Ulusoy, 2014). Para potenciar a aprendizagem da Química, é, portanto, de grande relevo relacionar a aprendizagem com momentos encontrados no seu cotidiano (Bellocchi et al., 2016). A este respeito, as abordagens de aprendizagem baseadas em contextos, isto é, metodologias pedagógicas que, em todas as suas formas díspares, utilizam contextos reais e relevantes como ponto de partida e âncora para promover a aprendizagem dos conteúdos científicos, dando assim significado aos conteúdos abordados, promovendo o desenvolvimento do pensamento e da prática científicos (Prins et al., 2018; Rose, 2012), têm sido, amplamente utilizadas para melhorar a qualidade do ensino das ciências, e em particular na educação da Química, (Swirski et al., 2018; Wiyarsi et al., 2020). Por exemplo, Swirski et al. (2018) desenvolveram um estudo longitudinal de mais de uma década no sentido de compreenderem a relevância para diferentes grupos de contextos específicos e a sua estabilidade com o passar do tempo entre várias áreas científicas, incluindo a Química. Desta investigação, os autores concluem que os contextos de interesse dos alunos se mantiveram praticamente inalterados ao longo do tempo. No entanto, verificam que os alunos do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico são aqueles que apresentam um maior interesse pelos contextos explorados neste estudo, seguindo-se os alunos do Ensino Secundário e, por fim, tal como referem os autores, alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico como aqueles que apresentam o menor nível de interesse (Swirski et al., 2018). Swirski et al. (2018) referem que os contextos relacionados com a Biologia e a Astrofísica são aqueles que os alunos consideram mais interessantes e destacam que os contextos relacionados com a Química não são tão apelativos para os alunos. No entanto, estes autores afirmam que um contexto do dia a dia é particularmente importante em domínios como a Química que enfrenta o problema da perceção de falta de relevância e de interesse dos alunos. Também Wiyarsi et al. (2020) concluíram que os alunos submetidos a uma abordagem de ensino da Química baseada no contexto da petroquímica, promoveu uma maior literacia química quando comparados com os alunos que tiveram as mesmas aulas de Química lecionadas de forma mais tradicional. Os autores constatam que, através desta abordagem, os alunos envolveram-se ativamente na aprendizagem da Química e conseguiram, com mais facilidade, fazer a transposição dos seus conhecimentos para novos contextos.

Nesta senda, tendo em conta o potencial das atividades prático-laboratoriais e das abordagens baseadas em contextos na aprendizagem da Química e no desenvolvimento da sua literacia, e tal como concluem Swirski et al. (2018), Wiyarsi et al. (2020), começaram também a surgir projetos, de carácter *hands-on*, que, apoiados em contextos específicos, interligam a educação formal e a educação não-formal, como são exemplo os projetos de ciência cidadã, tal como o projeto PVC que se apresenta de seguida. Estes projetos são, muitas vezes, voltados para os alunos onde os contextos são pontos de partida para as atividades de aprendizagem e de compreensão da ciência com o objetivo de estimular a curiosidade perante as novas abordagens às situações. Os alunos podem tornar, assim, a sua aprendizagem significativa através dos contextos e justificam uma abordagem aos conteúdos como uma “need-to-know”

(Ültay, & Çalik, 2012 em Araújo et al., 2021) e, uma vez que percebem a importância e relevância das temáticas em estudo, o seu entusiasmo em relação à Química é impulsionado (Barker, & Millar, 1999; Potter, & Overton, 2006 em Araújo et al., 2021).

O projeto educacional de ciência cidadã PVC

A ciência cidadã é uma abordagem que engloba vários níveis de envolvimento do público na investigação científica: desde estar melhor informado sobre a ciência, até participar no próprio processo científico através da observação, da recolha ou análise de dados (Feord, 2020) e é uma abordagem aplicável a todas as áreas científicas a par de uma variedade de tradições disciplinares e de metodologias de investigação (Feord, 2020). Tulloch et al. (2013) referem que a ciência cidadã tem grande potencial para promover o conhecimento e o desenvolvimento de atitudes e de competências. Tal potencialidade revela-se particularmente interessante para a educação formal, pois esta abordagem permite fazer a ponte entre os conteúdos científicos e os contextos, pertinentes e de relevância social, em que os projetos de ciência cidadã se inserem (Harlin et al., 2018; Lukyanenko et al., 2020; Wiggins et al., 2018).

Recentemente, tem-se observado um esforço da comunidade científica em desenvolver projetos de ciência cidadã com uma componente educacional mais forte, evidenciando um crescente envolvimento das escolas e da sua comunidade, tal como descrevem Follett e Strezov (2015). Em termos de avaliação do impacto da ciência cidadã para os alunos, a literatura revela que os contributos deste envolvimento são amplos, mas difíceis de avaliar e largamente diferenciados (Harlin et al., 2018).

Atendendo aos vários aspetos referidos, desenvolveu-se o projeto educacional de ciência cidadã *PVC – Perceive the Value of Chemistry*, com o objetivo de proporcionar aos alunos o contacto com situações socialmente relevantes, que eles pudessem explorar, de forma a promover a construção de uma base de conhecimentos científicos significativos, estimulando o interesse pela aprendizagem da Química e o conhecimento do meio envolvente atendendo a uma abordagem de aprendizagem baseada em contexto. Considerando, ainda, as orientações da Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável e da Década das Nações Unidas da Ciência do Oceano para o Desenvolvimento Sustentável, bem como da relevância socio-científica do tópico (Mercogliano et al., 2020; Wang et al., 2020), considerou-se relevante que o contexto do lixo marinho (em particular os resíduos de (micro)plásticos) e da qualidade das águas costeiras, fosse explorado no âmbito do projeto PVC (Araújo et al., 2020).

Os alunos estiveram ativamente envolvidos no projeto de ciência cidadã PVC ao longo de quatro etapas principais: I) tarefas de consciencialização online, II) recolha das águas costeiras, monitorização dos seus parâmetros físico-químicos e deteção da presença de microplásticos nas amostras analisadas e III) recolha de plásticos das praias e sua identificação qualitativa, e IV) divulgação do projeto.



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

No âmbito deste artigo daremos particular destaque à etapa I, onde foram realizadas tarefas de consciencialização online como pesquisas guiadas, exploração de vídeos, elaboração de pósteres e de infografias. Assim, no que à investigação aqui apresentada diz respeito, propusemo-nos a avaliar de que modo estas tarefas desenvolvidas no âmbito do projeto de ciência cidadã PVC contribuíram para a promoção da consciencialização dos alunos para a problemática do lixo marinho, em particular, para a poluição dos oceanos por plásticos e por microplásticos e para a importância da Química na sociedade.

Metodologia

Participantes

No projeto PVC estiveram envolvidos 442 alunos, dos 7.º, 8.º e 9.º anos de escolaridade do 3.º Ciclo do Ensino Básico em Portugal, de 19 turmas lecionadas por nove professores de Química. Os alunos apresentavam uma média de idades de 13 anos. Em cada turma, os alunos trabalharam nas tarefas propostas em pequenos grupos (de 2 a 5 elementos, num total de 123 grupos). A implementação das várias etapas do projeto decorreu durante o ano letivo de 2018/2019. Em particular, a etapa I decorreu durante seis meses, entre novembro de 2018 e março de 2019. A realização de cada uma das seis tarefas (com uma duração prevista entre 15 e 60 minutos por tarefa) decorreu em parte das aulas de Química e foi conduzida ativamente pelos professores envolvidos, que colaboraram nesta investigação monitorizando a participação dos seus alunos e sendo responsáveis por coadjuvar o processo de recolha de dados, sempre em estreita colaboração com os investigadores.

Todos os intervenientes participaram nesta investigação de forma voluntária, tendo sido assinado, pelos professores e pelos encarregados de educação dos alunos, um consentimento informado sobre a sua participação na investigação. Em tal consentimento foi também recolhida a autorização para a utilização dos registos produzidos pelos alunos para efeitos de investigação e divulgação do projeto. Foi também dada a garantia do tratamento de todos os dados pessoais de forma confidencial.

Desenvolvimento e implementação das atividades online do projeto PVC

A etapa I do projeto PVC foi desenvolvida com o objetivo de promover uma proximidade inicial e uma maior afetividade e conhecimento dos alunos para com o contexto explorado. Neste sentido, foi desenvolvido um conjunto de seis tarefas de consciencialização de natureza diversificada (ver Material Complementar: Tarefas) que foram realizadas online e de forma assíncrona numa página da plataforma Moodle desenvolvida para alojar o projeto PVC, de onde resultaram um conjunto de registos realizados pelos alunos. Estas tarefas foram desenvolvidas partindo de uma temática



mais geral – a importância e os contributos da Química para a sociedade – focalizando-se cada uma das tarefas seguintes num assunto cada vez mais restrito sendo a última tarefa focada na deteção e quantificação de microplásticos presentes nas águas costeiras. Estruturalmente, cada uma destas tarefas apresenta a mesma estrutura: um título apelativo, um contexto motivador, atual e relevante; o(s) desafio(s) que solicitam aos alunos a realização da tarefa pretendida; e os recursos utilizados, disponibilizados na Web ou elaborados/adaptados pelos investigadores. Como resultado da realização das tarefas, os alunos a elaborarem *outputs* diversificados de forma a promover o desenvolvimento de diferentes competências. De seguida apresenta-se, na **Tabela 1**, uma breve descrição de cada uma das tarefas desenvolvidas bem como um resumo dos registos solicitados aos alunos e da sua implementação no âmbito do projeto PVC.

Tabela 1: Descrição das tarefas e registos elaborados pelos alunos na Etapa I do projeto PVC

Descrição	Registos elaborados
<p>Tarefa 1 - <i>It's all about Chemistry:</i> Tinha como objetivo promover a consciencialização dos alunos para presença e a importância da Química e para o desenvolvimento de outras áreas da ciência e da tecnologia através da visualização do vídeo <i>Chemistry: It's All About You</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Reflexão acerca da mensagem que o vídeo pretendia transmitir. – Referência a área científica e/ou tecnológica potenciada pela Química.
<p>Tarefa 2 - P3: P de plástico ... P de poluição ... P de Portugal: Visava a exploração do tema da poluição ambiental por plástico que se verifica em Portugal e do papel da Química nesta problemática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Pesquisa orientada na Web sobre os problemas da poluição do ambiente. – Comentário sobre o contributo da Química para essa problemática.
<p>Tarefa 3 - <i>Happy New Year: tanta diversão como poluição!</i> Pretendia estimular a recolha de evidências de comportamentos inadequados face ao problema da poluição por plásticos decorrentes das épocas festivas do Natal e da Passagem de Ano e promover a reflexão sobre as condutas e os comportamentos social e ambientalmente incorretos relativamente ao uso de plásticos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Fotografias de condutas e comportamentos social e ambientalmente incorretos.
<p>Tarefa 4 - Dos MACRO aos microplásticos: Pretendia que os alunos conhecessem e compreendessem a origem e as características dos plásticos que os tornam tão amplamente utilizados na atualidade, bem como as consequências da sua excessiva utilização e do seu descarte indevido. A primeira parte desta tarefa explora o vídeo <i>Os plásticos explicados em minutos</i>, cujo objetivo passava por sensibilizar para a questão da poluição do meio ambiente por estes materiais. A segunda parte orientava os alunos para uma pesquisa na Web.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Resposta ao guião de visualização do vídeo. – Pesquisa orientada na Web sobre microplásticos.

continua

<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Descrição	Registos elaborados
<p>Tarefa 5 - Os microplásticos no mar: Jogar para sensibilizar: Pretendia promover a consciencialização dos alunos para a problemática da poluição das águas por (micro)plásticos. A primeira parte da tarefa inclui a exploração do jogo <i>Dumb Ways to Kill Oceans</i> que focava alguns aspetos prejudiciais para os ambientes aquáticos. Na segunda parte foram apresentadas algumas infografias relacionadas com esta temática (Teixeira, 2018).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Exploração do jogo - Elaboração de póster ou infografia de consciencialização para a problemática ambiental abordada.
<p>Tarefa 6 - Microplásticos no mar: um perigo invisível: Desenvolvida com o objetivo de levar os alunos a compreenderem a origem dos microplásticos nas águas costeiras, bem como descobrir técnicas para a sua deteção nessas águas. A tarefa dividiu-se em três momentos distintos: a) análise da informação disponibilizada sobre a densidade populacional em Portugal e previsão de quais as regiões que teriam uma maior contribuição para a incidência de microplásticos nas águas costeiras portuguesas; b) análise de um texto contendo informações relevantes acerca dos fatores que contribuem para a presença de microplásticos nas águas costeiras, e comparação com as previsões feitas em a); e c) visualização do vídeo <i>How to sample Micro Plastics</i> para demonstrar uma técnica de deteção de microplásticos presentes em águas recolhidas junto à costa. Com esta última tarefa, tentou-se realizar uma ponte de transição entre esta etapa que decorreu de forma assíncrona, essencialmente virtual e focada na consciencialização para as problemáticas ambientais, em particular nas consequências da contaminação dos ambientes marinhos por plásticos e microplásticos, e as etapas II e III do projeto PVC que apresentavam uma natureza <i>hands-on</i> e com um maior foco na aprendizagem da Química (Araújo et al., 2020).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prever quais as regiões/distritos que consideram ter uma maior contribuição para a incidência de microplásticos nas águas costeiras portuguesas a partir de informação selecionada. - Responder ao guião de visualização do vídeo.

Nota: Elaborada pelos autores.

Recolha e análise de dados

Das várias tarefas solicitadas aos alunos resultaram registos diversificados de natureza qualitativa como: comentários dos alunos, conclusões das pesquisas Web, fotografias, notícias e infografias, que ficaram disponíveis, em formato digital, na plataforma Moodle, para posterior análise. A sua análise foi feita através da técnica de análise de conteúdo.

Na análise de conteúdo destes registos foram utilizados procedimentos de análise fechados, com categorias pré-definidas *à priori* (de acordo com os objetivos propostos para cada uma das tarefas). Assim, tal como se apresenta na Tabela 2, foi construída a grelha de análise que estrutura o tratamento destes dados e que ajuda à síntese dos resultados para apresentação e discussão, partindo-se de categorias e subcategorias definidas.



Tabela 2: Estrutura de categorização utilizada na análise dos registros dos alunos elaborados nas tarefas de consciencialização online

Categorias (e subcategorias) de análise	Descrição Apresentação de registros com referência ...
A. Consciencialização A1. <i>Química</i>	... à importância da Química na sociedade e ao seu contributo para prevenção e resolução de problemáticas ambientais.
A2. <i>Ambiente</i>	... a atitudes e visões que denotam a consciencialização para as problemáticas ambientais e, em particular, para o problema dos plásticos e microplásticos.
B. Conhecimento	... a conhecimentos relacionados com a Química.
C. Comportamentos	...a comportamentos pró-ambientais, como foco nos plásticos.
D. Reflexão D1. <i>Química</i>	...a reflexões críticas dos alunos acerca do contributo da Química para prevenção e resolução de problemas ambientais.
D2. <i>Ambiente</i>	...a reflexões críticas dos alunos acerca das problemáticas ambientais focadas nos plásticos e microplásticos.

Nota: Elaborada pelos autores.

Resultados

Verificou-se que o número de grupos de alunos que concluíram as tarefas diminuiu a cada tarefa. Dos 123 grupos de trabalho, responderam a cada uma das tarefas, respetivamente, 103 (84%), 99 (80%), 92 (75%), 81 (66%), 64 (52%) e 55 (45%) grupos de alunos. De acordo com os professores participantes, os alunos consideraram que o número de tarefas pedidas foi elevado e que o período de tempo dedicado a estas tarefas foi demasiado extenso, tendo-se sobreposto com outras tarefas escolares, trabalhos e testes de avaliação às várias disciplinas, culminando num decréscimo da sua participação.

Relativamente à análise dos registros dos alunos, apresenta-se se seguida, de forma sistematizada, os principais resultados de cada uma das categorias de análise consideradas dando ênfase às tarefas onde essas categorias se destacam.

Consciencialização

As tarefas online na plataforma Moodle tiveram como objetivo promover a consciencialização para as problemáticas ambientais, particularizando-se na problemática da poluição por plásticos e, mais especificamente, na poluição dos oceanos por microplásticos. Adicionalmente, pretendeu-se também consciencializar os alunos para a importância da Química na sociedade e para o seu contributo para a prevenção e resolução/mitigação das problemáticas ambientais que se exploraram ao longo do projeto PVC.

<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Conscientização face à Química

Relativamente à subcategoria A1. *Conscientização face à Química*, os alunos destacaram alguns aspetos da Química, como a importância desta ciência para o conforto e o bem-estar das populações, nomeadamente no que diz respeito à saúde, à sustentabilidade do planeta, ao desenvolvimento tecnológico e de novos materiais e, em geral, à sua centralidade e importância no nosso quotidiano, tal como corroboram alguns excertos retirados dos registos dos alunos: *A Química está presente em coisas inesperadas como em roupas, embalagens, dispositivos tecnológicos, etc.* (G14); *A Química é importante em todas as atividades do dia a dia, preocupando-se sempre com a natureza e a sustentabilidade do ambiente* (G93); *A Química está relacionada com as novas tecnologias, com o ambiente, a saúde e muito mais* (G96).

Ainda com o objetivo de promover a conscientização para a importância da Química na sociedade foi solicitado aos alunos, também na tarefa 1, que identificassem áreas em que considerassem que a Química pudesse ter um papel importante no seu desenvolvimento. Das respostas dos alunos, gerou-se também uma nuvem de palavras (Figura 1) que mostra, que os alunos, na sua maioria, associam a Química à área da saúde pelos seus contributos para o desenvolvimento de novos medicamentos. No entanto, outras áreas como as indústrias automóvel e do vestuário ou a produção de energia surgem como áreas que os alunos referem como podendo ser impulsionadas pela Química.

Figura 1: Nuvem de palavras com as áreas em que a Química contribuiu para os seus avanços



Nota: Elaborada pelos autores.

Conscientização face ao ambiente

Nos *outputs* das tarefas 2 e 5 obtiveram-se evidências relativas à promoção da conscientização dos alunos face ao ambiente.

No âmbito da tarefa 2, verificou-se que a maioria dos exemplos que os alunos apresentam decorrente da pesquisa de notícias relativamente à poluição por plásticos se referem à poluição dos oceanos e das regiões costeiras por estes materiais tal como se pode observar pelos exemplos de notícias selecionadas pelos alunos: G63: *Mar Mediterrâneo Oriental com mais de 410 mil resíduos de plástico– Estudo* (Diário de Notícias, 2018); G77: *Em Portugal, 70% do lixo das praias é plástico* (Jornal de Negócios, 2018); G30: *O que sabemos sobre os microplásticos na costa portuguesa?* (Serafim, 2018); G32: *Há plástico no sal que se consome em Portugal* (Lúcio, 2017).

A questão da consciencialização para a poluição dos oceanos por plásticos e por microplásticos é também um dos temas retratados nos pósteres e infografias elaborados pelos alunos no âmbito da tarefa 5. Assim, na Figura 2 podem observar-se excertos desses trabalhos focados na consciencialização para esta problemática nos quais foi dada ênfase ao elevado tempo de degradação dos plásticos e as consequências que daí advêm para o ambiente, à quantidade destes materiais descartados para os ambientes aquáticos bem como à consciencialização face à sua utilização. Constata-se que foram referidas, com frequência, ideias relacionadas com as propriedades físicas dos microplásticos, a sua origem e as suas consequências para o ambiente, em particular, para a vida marinha e para o ser humano. É neste racional que os alunos apresentam muitos dos seus registos às tarefas propostas e, como tal, pode considerar-se que as tarefas online propostas contribuíram a promoção da consciencialização sobre a conservação ambiental, em particular no que diz respeito à poluição dos oceanos por plásticos e por microplásticos.

Figura 2: Excertos dos pósteres e infografias elaborados pelos alunos no âmbito da Tarefa 5 evidenciando referências à consciencialização face à poluição dos oceanos por plásticos



Nota: Publicado com permissão dos autores.

<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Tendo em conta que a questão da poluição dos oceanos por microplásticos era um tema desconhecido para a maioria dos alunos antes da participação no projeto PVC, pode, portanto, inferir-se que estas tarefas online poderão ter dado um forte contributo para a sensibilização dos alunos para esta problemática.

Conhecimento

Além do cariz de consciencialização e de sensibilização dos alunos, as tarefas online almejavam também promover a aquisição de conhecimentos a nível conceptual e processual, nomeadamente, em relação aos polímeros e aos microplásticos e à sua deteção nas águas costeiras.

A aquisição de conhecimentos de nível conceptual foi promovida pela exploração da tarefa 4. Da análise dos registos dos alunos verificou-se que associam polímeros a macromoléculas formadas por extensas cadeias de unidades estruturais de menores dimensões que lhes conferem grande flexibilidade e que justificam o facto dos plásticos poderem ser moldados em diferentes formas com grande facilidade por ação do calor ou da pressão, tal como sugerem os excertos apresentados: *Polímeros são macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores (G8); Moléculas formadas a partir de unidades menores que dão origem a extensas cadeias de compostos químicos com flexibilidade (G39)*. Adicionalmente, os alunos fazem referência à aquisição de conhecimentos relativos aos microplásticos, nomeadamente, as suas dimensões *invisíveis a olho nu* e a classificação de acordo com a sua origem. Como referem os alunos, os microplásticos *não são um tipo específico de plástico, mas sim qualquer tipo de fragmento plástico com menos de 5 mm de comprimento. Os microplásticos originam-se, na sua maioria, a partir de partículas plásticas de maiores dimensões, que sofrem abrasão e degradação pela luz ou por alterações químicas, por exemplo, com substâncias presentes na água do mar (G94)*.

Por outro lado, a promoção do conhecimento processual relativo às técnicas laboratoriais conducentes à deteção de microplásticos nas águas foi feita, essencialmente, na última tarefa de online (tarefa 6) e atuou como conector entre a Etapa I de consciencialização online e a Etapa II de cariz prático-laboratorial. A exploração das técnicas laboratoriais necessárias à deteção de microplásticos nas águas costeiras foi feita através da visualização de um vídeo complementado com um guião de visualização. O guião de visualização permitiu a recolha de registos relativos às técnicas utilizadas. Uma das técnicas de maior relevo do vídeo apresentado era a filtração da amostra, com filtros de diferentes porosidades para, posteriormente, se analisarem os detritos recolhidos pois seria também uma técnica a utilizar pelos alunos na etapa prático-laboratorial. Assim, relativamente à utilização desta técnica, os alunos referiram que a filtração permitia *separar diferentes tamanhos de microplásticos para depois se visualizar ao microscópio (G58)*.

Tendo em consideração as respostas dos alunos, pode inferir-se que os conhecimentos processuais básicos relativos às técnicas utilizadas para a deteção de microplásticos nas águas explorados na tarefa 6 foram retidos pelos alunos permitindo-lhes, posteriormente, pôr esses conhecimentos em prática na etapa prático-laboratorial do projeto PVC, tal como descrito por Araújo et al. (2020).

Comportamentos

No que diz respeito à sensibilização para as problemáticas ambientais, a adoção de comportamentos ambientalmente responsáveis é o fator que, verdadeiramente, pode influenciar a sustentabilidade futura. Assim, a referência a comportamentos face ao ambiente foi abordada com maior destaque nos registos dos alunos na tarefa 3. Nesta tarefa, cujo objetivo principal era o registo fotográfico de situações em que comportamentos ambientalmente incorretos estivessem evidentes, os registos dos alunos foram sempre feitos no sentido de evidenciar a má gestão de resíduos, em particular dos resíduos de plástico e de papel, mostrando, em vários exemplos, a falta de reciclagem destes materiais ou o seu descarte na natureza, tal como se mostra nos exemplos apresentados na [Figura 3](#).

Figura 3: Registos fotográficos de comportamentos ambientalmente incorretos recolhidos pelos alunos no âmbito da Tarefa 3



Nota: Publicado com permissão dos autores.

Reflexão

A estruturação das tarefas 2 e 4, foi feita no sentido de também proporcionar aos alunos momentos de reflexão crítica acerca dos assuntos explorados, nomeadamente, sobre a Química e sobre o contexto ambiental explorado.

Reflexão crítica face à Química

Os alunos demonstraram, em geral, opiniões positivas e reconhecem o contributo da Química no combate à poluição por plásticos, indicando, por exemplo, que esta ciência pode contribuir para a produção de novos materiais que possam substituir o plástico na sua utilização e que sejam biodegradáveis de forma a minimizar os impactos no ambiente. Neste sentido, apresentam-se alguns excertos ilustrativos das ideias que os alunos referiram no âmbito da tarefa 2: *Uma alternativa de minimizar o impacto ambiental causado pelos polímeros é desenvolver plásticos biodegradáveis, adicionando-lhes substâncias fotossensíveis, pois isso faria com que este material se degradasse na presença do Sol (G43); A Química pode ajudar na diminuição da poluição de plásticos descobrindo novos materiais que possam substituir o plástico (G70).*

<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

No entanto, uma minoria dos grupos de trabalho (oito respostas) refere que a Química teve um papel central no desenvolvimento dos polímeros e que, por esse motivo, consideram que esta ciência é responsável pelo estado atual da poluição ambiental por plásticos e por microplásticos ou que em nada contribui para a resolução deste problema. As citações apresentadas de seguida são exemplos dessas reflexões feitas pelos alunos: *A Química pode até ajudar, mas enquanto esta estiver parada, está a ajudar o potenciar a poluição dos plásticos* (G23); *Como foi a Química que criou o plástico, terá que ser a Química a resolver o problema com este material* (G12).

No âmbito da tarefa 4, foi também solicitado aos alunos que indicassem a ciência responsável pelo desenvolvimento de alternativas aos plásticos, tendo a grande maioria das respostas dos grupos de alunos feito referência à Química. Assim, da análise desta subcategoria verifica-se que, na sua maioria, os alunos apresentam uma imagem positiva face aos contributos que a Química pode dar à sociedade. Em particular, da análise das respostas dos alunos verifica-se que veem na Química um grande potencial para solucionar o problema da poluição por plásticos e por microplásticos. No entanto, há ainda uma pequena parte dos participantes que vê a Química como causadora dos problemas ambientais, em especial, aqueles causados pela poluição por plásticos e, como tal, é da sua responsabilidade encontrar as devidas soluções para este problema.

Reflexão crítica face ao ambiente

Também nas tarefas 2 e 4, surgem referências a reflexões dos alunos acerca da poluição dos ambientes marinhos por (micro)plásticos. Assim, destacam-se as ideias dos alunos relativamente ao impacto que a Química pode ter no ambiente, nomeadamente no desenvolvimento de novos polímeros que podem ser substitutos do plástico, bem como no seu contributo para o desenvolvimento de novas formas de degradação destes materiais (*A Química tem um papel importante para a resolução da problemática dos plásticos acumulados nos oceanos, porque ajuda na evolução de materiais biodegradáveis e de métodos para a rápida destruição dos plásticos que existem* (G95)). Nomeadamente, dos problemas económicos e dos problemas para a saúde humana provocados pela poluição dos oceanos por estes materiais (*O plástico, ao ser descartado, pode causar problemas económicos (causam danos em equipamentos de pesca ou aquacultura, com repercussões no turismo e na limpeza de praias), ecológicos (são confundidos por alimento e ingeridos por tartarugas, peixes ou aves) e também na saúde (dado que poderão incorporar a cadeia alimenta causam danos em equipamentos)* (Centro de Informação de Resíduos, 2015) (G67)). Desta análise, evidencia-se também a reflexão dos alunos sobre as consequências, a vários níveis, da poluição do ambiente por plásticos mostrando-se críticos nessa reflexão.

Em suma, a análise dos registos dos alunos da realização das tarefas online permite inferir que esta etapa do projeto PVC contribuiu para: i) a sensibilização dos alunos e a reflexão crítica relativamente à importância da Química para a sociedade e, em particular, ao seu papel na resolução da problemática da poluição dos oceanos por plásticos e por microplásticos;

ii) a consciencialização e a reflexão crítica acerca das problemáticas ambientais, focando-se em particular na poluição dos oceanos por plásticos e por microplásticos; a identificação de comportamentos em prol do ambiente que, individualmente, podem ser tomados para combater esta problemática; iii) a promoção de conhecimentos relativamente à Química dos polímeros e às técnicas de deteção de microplásticos nas águas costeiras.

Discussão dos resultados

Com a implementação do projeto PVC pretendeu-se, para além de promover experiências educativas diversificadas, promover também um ensino da Química contextualizado com a problemática da poluição ambiental e, em especial, do lixo marinho, pois tal como afirmam Önen, & Ulusoy (2014), para tornar a aprendizagem da Química mais duradoura e divertida, os alunos precisam associar os conteúdos da Química com as situações do dia a dia e devem ser capazes de utilizá-los no seu quotidiano. Deste modo, um dos objetivos do programa de intervenção implementado passava pela sensibilização dos alunos para a relevância da Química para a sociedade e para o contributo desta ciência para a resolução/mitigação da problemática da poluição por plásticos. Assim, os resultados obtidos revelaram que as estratégias desenvolvidas promoveram a sensibilização dos alunos para o papel que a Química desempenha na nossa sociedade com a maioria dos alunos a destacarem, essencialmente, a importância da Química para o conforto e o bem-estar das populações no que diz respeito à saúde (por exemplo, com o desenvolvimento de novos medicamentos), à sustentabilidade do planeta (essencialmente em questões relacionadas com a poluição) e ao desenvolvimento tecnológico (com o desenvolvimento de novos materiais). Alguns grupos de alunos destacaram ainda o contributo da Química para áreas como a indústria, os transportes, a agricultura, a produção de energia ou o tratamento de águas.

Relativamente à problemática ambiental explorada, os alunos, em geral, manifestaram opiniões positivas e referiram que a Química é a principal ciência responsável pelo desenvolvimento de alternativas aos plásticos, de forma a minimizar o seu impacto no ambiente ou pelo desenvolvimento de soluções que permitam, por exemplo, encontrar aplicações para a reutilização dos plásticos que poluem o ambiente. Por outro lado, a imagem negativa que a Química, por vezes, tem na sociedade ficou também evidente nos registos de uma minoria dos alunos que, apesar de reconhecerem que é responsabilidade desta ciência encontrar soluções para a problemática da poluição por plásticos, encaram esta ciência como a causadora dos referidos problemas ambientais. Assim, no global, considera-se que o objetivo de promover a sensibilização dos alunos para o papel da Química na sociedade foi alcançado. Sendo a Química uma ciência de especial importância no desenvolvimento do mundo moderno (Önen, & Ulusoy, 2014) com muitas das suas áreas de atuação ainda pouco reconhecidas e/ou explicitadas, este trabalho de sensibilização é, portanto, muito limitado, focando-se, essencialmente, nos objetivos propostos para esta investigação.



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

A par da sensibilização do papel da Química para a sociedade, o projeto PVC também se focou na consciencialização para o contexto subjacente: a problemática do lixo marinho e, em especial, a poluição dos oceanos por microplásticos que, segundo [Henderson, & Green \(2020\)](#), é um problema emergente a nível global cujas consequências para os ecossistemas aquáticos e para a saúde humana ainda não são totalmente conhecidas. Neste sentido, tal como [Callaghan et al. \(2019\)](#) referem, as abordagens de ciência cidadã apresentam um grande potencial na promoção da consciencialização e da educação ambiental, pois promovem o conhecimento e o envolvimento, dos cidadãos, em geral, e dos alunos, em particular, no mundo que os rodeia. Como tal, também as dinâmicas do âmbito do projeto PVC foram desenvolvidas com este propósito, tendo os registos dos alunos (nomeadamente dos pósteres e infografias desenvolvidos), bem como os registos de conversas informais com os professores coadjuvantes e com alguns dos alunos participantes, revelado que se alcançou a consciencialização e reflexão dos alunos face às problemáticas ambientais envolvidas no projeto. À semelhança do que referem [Henderson, & Green \(2020\)](#), pelo facto da poluição dos oceanos ser uma problemática emergente ao nível mundial, também os alunos referiram que esta era uma realidade desconhecida para a maioria dos participantes, tendo o projeto PVC contribuído para a tomada de consciência relativamente a este assunto. Para além disso, há ainda alguns alunos a referirem que o projeto contribuiu para mostrar a gravidade do problema da poluição por plásticos e que, apesar de conhecerem a sua existência, não tinham verdadeira noção da sua extensão pois, tal como estimam [Hidalgo-Ruz, & Thiel \(2013\)](#), cerca de 80% do lixo marinho é constituído por plástico apesar só uma pequena parte ser conhecida. [Yalmanci, & Gözümlü \(2019\)](#) referem que a consciencialização ambiental desempenha um importante papel no estabelecimento de uma ligação afetiva com o meio envolvente, potenciando o interesse e comportamentos favoráveis nos alunos. Neste sentido, os professores revelaram que os alunos se mostraram interessados e motivados para este contexto procurando, eles próprios, mais informações e esclarecendo as suas dúvidas, junto dos professores. Os professores consideraram ainda que os alunos ficaram mais atentos e preocupados relativamente aos contextos explorados ao longo da implementação do projeto PVC.

Em suma, considera-se que esta etapa particular do projeto PVC contribuiu para a reflexão e a sensibilização dos alunos envolvidos face ao contexto explorado. Porém, a consciencialização para problemáticas ambientais mais gerais poderá ter tido também alguns contributos de fatores externos ao projeto PVC como outras iniciativas ambientais dinamizadas nas escolas bem como por influência dos *media*.

Para além destes resultados relativos à consciencialização ambiental que o projeto PVC pretendeu promover junto dos alunos, também se destacam alguns resultados relativos à adoção de alguns comportamentos pró-ambientais por parte dos alunos e das suas famílias tal como estes referiram em conversas informais nos vários momentos de contacto com o investigador.

Conclusão

Atendendo aos resultados obtidos, conclui-se que a sensibilização dos alunos para a relevância da Química na sociedade foi alcançada. Os alunos reconheceram os contributos desta ciência, em particular, para o conforto e bem-estar da população, para a sustentabilidade do planeta e para o desenvolvimento tecnológico. No que diz respeito à sustentabilidade do planeta, e alavancado pelo contexto do projeto PVC, os alunos revelaram ter uma imagem positiva da Química, manifestando, em geral, opiniões positivas no que concerne ao papel preventivo da Química nas problemáticas ambientais exploradas.

Da análise dos registos dos alunos emergiram também bons indicadores de que o projeto PVC teve um impacto positivo na sua consciencialização para a problemática da poluição dos ambientes marinhos por (micro)plásticos. Em geral, os resultados apontam para que o envolvimento dos alunos nesta experiência educativa promoveu a reflexão acerca desta problemática. Um outro aspeto realçado nos registos dos alunos é o facto de referirem, com frequência, outros problemas ambientais para além daqueles explorados no contexto da tarefa solicitada, mostrando assim uma visão mais global acerca da sustentabilidade do planeta. Corroborando esta ideia, os alunos, em conversas informais com o investigador, referiram que o seu envolvimento no projeto PVC foi importante para a consciencialização relativamente a estes temas. No entanto, é comum os alunos estarem envolvidos noutras iniciativas escolares de cariz ambiental ao longo do ano letivo, e que, mesmo as campanhas ambientais promovidas nos *media* terão também tido alguma influência, se bem que menor, na consciencialização ambiental dos alunos. Ainda assim, conclui-se que o projeto PVC teve um impacto positivo na consciencialização dos alunos para a problemática abordada. No entanto, considera-se importante levar a cabo novas futuras investigações para se compreender se esta abordagem é passível de ser aplicada na sensibilização face a novos contextos.

Declaración de contribuciones

Las personas autoras declaran que han contribuido en los siguientes roles: **J. L. A.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **C. M.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **J. C. P.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos, recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación.

Declaración de Material complementario

Este artículo tiene disponible, como material complementario:

-La versión preprint del artículo en <https://doi.org/10.5281/zenodo.6639500>



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Agradecimientos

Este projeto foi financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia (Lisboa), referências: UIDB/00081/2020, LA/P/0056/2020 e SFRH/BD/132482/2017. Os autores agradecem aos professores e aos alunos que participaram nesta investigação e que em muito contribuíram para o seu sucesso.

Referências

- Araújo, J. L., Morais, C., & Paiva J. C. (2021). O potencial pedagógico da ciência cidadã explorado na aula de química através da monitorização da qualidade da água e da presença de microplásticos. Em J. B. Lopes, J. P. Cravino, C. A. Santos, & E. de S., Cruz (Eds.), *Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia* (pp. 692-697). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. http://vpct2018.utad.pt/wp-content/uploads/2018/12/VPCT2018-Atas-ISBN_2018_12_18_final.pdf
- Araújo, J. L., Morais, C., & Paiva, J. C. (2020). Developing and implementing a low-cost, portable pedagogical kit to foster students' water quality awareness and engagement by sampling coastal waters and analyzing physicochemical properties. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3697-3701. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00333>
- Bellocchi, A., King, D. T., & Ritchie, S. M. (2016). Context-based assessment: Creating opportunities for resonance between classroom fields and societal fields. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1304-1342. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1189107>
- Callaghan, C. T., Rowley, J. J. L., Cornwell, W. K., Poore, A. G. B., & Major, R. E. (2019). Improving big citizen science data: Moving beyond haphazard sampling. *PLOS Biology*, 17(6), 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000357>
- Cardellini, L. (2012). Chemistry: Why the subject is difficult? *Educación Química*, 23(2 extraordinario), 1-6. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30158-1](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30158-1)
- Centro de Informação de Resíduos. (2015). Tempos de mudança para reduzir o uso abusivo de sacos ambiente. *Quercus Ambiente*, 10(69), 18-19. <https://www.quercus.pt/images/PDF/QA/QA69.pdf>
- Diário de Notícias. (13 Dezembro 2018). *Mar Mediterrâneo Oriental com mais de 410 mil resíduos de plástico – Estudo*. <https://www.dn.pt/lusa/mar-mediterraneo-oriental-com-mais-de-410-mil-residuos-de-plastico---estudo-10318766.html>
- Feord, H. (2020). ECSA's characteristics of citizen science. *ECSA*, 1-6. <https://1-eu--citizen-science.translate.goog/blog/2020/04/30/characteristics-of-citizen-science/? x tr enc=1& x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=sc>

- Follett, R., & Strezov, V. (2015). An analysis of citizen science based research: Usage and Publication Patterns. *PLOS ONE*, 10(11), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143687>
- Gulacar, O., Zowada, C., & Eilks, I. (2018). Bringing chemistry learning back to life and society. In I. Eilks, S. Markic, & B. Ralle (Eds.), *Building bridges across disciplines for transformative education and sustainability future* (pp. 49-60). Shaker. https://www.researchgate.net/publication/327824320_Bringing_Chemistry_Learning_Back_to_Life_and_Society
- Harlin, J., Kloetzer, L., Patton, D., Leonhard, C., & Leysin American School high school students. (2018). Turning students into citizen scientists. In S. Hecker, M. Haklay, A. Bowser, Z. Makuch, J. Vogel, & A. Bonn (Eds.), *Citizen science: Innovation in open science, society and policy* (pp. 410-428). UCLPress. <https://doi.org/10.2307/j.ctv550cf2.35>
- Henderson, L., & Green, C. (2020). Making sense of microplastics? Public understandings of plastic pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 152, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110908>
- Hidalgo-Ruz, V., & Thiel, M. (2013). Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. *Marine Environmental Research*, 87-88, 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.02.015>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Jornal de Negócios. (08 de Junho de 2018). *Em Portugal, 70% do lixo das praias é plástico*. <https://www.jornaldenegocios.pt/economia/ambiente/detalhe/em-portugal-70-do-lixo-das-praias-e-plastico>
- Lúcio, S. (05 de maio de 2017). Há plástico no sal que se consome em Portugal. *Sábado*. <https://www.sabado.pt/ciencia---saude/detalhe/20170505-1112-ha-plastico-no-sal-que-se-consome-em-portugal>
- Lukyanenko, R., Wiggins, A., & Rosser, H. K. (2020). Citizen science: An information quality research frontier. *Information Systems Frontiers*, 22, 961-983. <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09915-z>
- McKeachie, W. J. (1994). *Teaching tips. Strategies, research, and theory for College and University Teachers* (9th ed.). D.C. Heath.
- Mercogliano, R., Avio, C. G., Regoli, F., Anastasio, A., Colavita, G., & Santonicola, S. (2020). Occurrence of microplastics in commercial seafood under the perspective of the human food chain. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(19), 5296-5301. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c01209>



<https://doi.org/10.15359/ree.27-1.2>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Önen, A. S., & Ulusoy, F. M. (2014). Developing the context-based chemistry motivation scale: Validity and reliability analysis. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6), 809-820. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.809>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. OECD (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and equity in education*. <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- Prins, G. T., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2018). Designing context-based teaching materials by transforming authentic scientific modelling practices in chemistry, *International Journal of Science Education*, 40(10), 1108-1135. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470347>
- Rose D. E. (2012). Context-based learning. In N. M. Seel (Eds), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 799-802). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1872
- Sausan, I., Saputro, S., & Indriyanti, N. Y. (2018). Chemistry for beginners: What makes good and bad impression. In *Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference* (Vol. 157, pp. 42-45). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/miseic-18.2018.11>
- Serafim, T. S. (21 de Novembro de 2018). O que sabemos sobre os microplásticos na costa portuguesa? *Público*. <https://www.publico.pt/2018/11/21/ciencia/noticia/sabemos-microplasticos-costa-portuguesa-1851764>
- Swirski, H., Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2018). Does interest have an expiration date? An analysis of students' questions as resources for context-based learning. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1136-1153. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470348>
- Teixeira, A. S. G. (2018). *Marine Litter: Social representations and persuasion in science communication through infographics* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/114329>
- Tulloch, A. I. T., Possingham, H. P., Joseph, L. N., Szabo, J., & Martin, T. G. (2013). Realising the full potential of citizen science monitoring programs. *Biological Conservation*, 165, 128-138. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.05.025>
- Wang, W., Ge, J., & Yu, X. (2020). Bioavailability and toxicity of microplastics to fish species: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 189, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109913>
- Wiggins, A., Bonney, R., LeBuhn, G., Parrish, J. K., & Weltzin, J. F. (2018). A science products inventory for citizen-science planning and evaluation, *BioScience*, 68(6), 436-444. <https://doi.org/10.1093/bioscience/biy028>

- Wiyarsi, A., Pratomo, H., & Priyambodo, E. (2020). Vocational high school students' chemical literacy on context-based learning: A case of petroleum topic. *Journal of Turkish Science Education, 17*(1), 147-161. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.18>
- Wood, J., & Donnelly-Hermosillo, D. F. (2019). Learning chemistry nomenclature: Comparing the use of an electronic game versus a study guide approach. *Computers & Education, 141*, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103615>
- Yalmanci, S. G., & Gözümlü, A., I., C. (2019). The study of whether receiving a pre-school education is a predictive factor in the attitudes of high school students toward the environment according to their environmental ethics approach. *International Electronic Journal of Environmental Education, 9*(1), 18-32. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1201577>

