

QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – APROXIMAR O CONHECIMENTO DA TRANSFORMAÇÃO EDUCATIVA

À medida que o mundo enfrenta desafios ambientais, tecnológicos e éticos cada vez mais intensos, a educação em ciências é chamada a fazer mais do que simplesmente transmitir conhecimento. É necessário que cultive agência, responsabilidade e disposição para agir. Neste panorama em transformação, as Questões Sociocientíficas (QSC) revelam-se poderosos pontos de entrada — ajudando os alunos a ligar o conhecimento científico aos dilemas morais, políticos e práticos que moldam as suas vidas (Sadler, 2011; Zeidler & Nichols, 2009). Os quatro artigos apresentados neste número ilustram a riqueza e complexidade da educação centrada em QSC. Apesar da diversidade de contextos e abordagens, todos convergem num propósito comum: transformar as aulas de ciências em espaços de pensamento crítico, raciocínio ético e capacitação cívica, através de uma formação docente adequada.

Um dos achados consistentes nos quatro estudos é que as QSC não são elementos acessórios, mas sim componentes essenciais para o desenvolvimento de uma literacia científica robusta — uma literacia que abrange não apenas o domínio de conteúdos, mas também o raciocínio, a avaliação de evidências e a participação democrática (Aikenhead, 2007; Roberts, 2007).

Além disso, os quatro artigos confirmam o que a investigação há muito sugere: o ensino baseado em QSC promove o pensamento de ordem superior, a investigação científica e o desenvolvimento moral (Kolstø, 2001; Zeidler et al., 2005). Talvez mais relevante ainda, mostram que estes ganhos cognitivos estão profundamente entrelaçados com

SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES IN SCIENCE EDUCATION – BRIDGING KNOWLEDGE AND EDUCATIONAL CHANGE

As the world grapples with intensifying environmental, technological, and ethical challenges, science education is called to do more than transmit knowledge. It must cultivate agency, responsibility, and a willingness to act. In this evolving landscape, Socio-Scientific Issues (SSIs) are powerful entry points—helping students connect scientific knowledge with the moral, political, and practical dilemmas that define their lives (Sadler, 2011; Zeidler & Nichols, 2009). The four articles featured in this issue highlight the richness and complexity of SSI-based education. Despite their varied contexts and approaches, they converge on a shared purpose: transforming science classrooms into spaces of critical thinking, ethical reasoning, and civic empowerment through the proper teachers' training.

A consistent finding across the four studies is that SSIs are not optional extras but essential components for fostering a robust form of scientific literacy—one that encompasses content to include reasoning, evaluation of evidence, and democratic participation (Aikenhead, 2007; Roberts, 2007).

Moreover, all four papers affirm what research has long suggested: SSI-based instruction promotes higher-order thinking, scientific inquiry, and moral development (Kolstø, 2001; Zeidler et al., 2005). Perhaps more crucially, they show that these cognitive gains are deeply intertwined with affective and social outcomes —like student agency,

resultados afetivos e sociais — como a agência dos alunos, a empatia e o envolvimento (Barrue & Albe, 2013; Lee et al., 2013).

Apesar destas convergências, cada estudo oferece uma perspectiva única.

A revisão sistemática conduzida por Chaniotou *et al.* (2025) analisa como as alterações climáticas são ensinadas enquanto QSC; Da Silva & Reis (2025) exploram como a justiça ambiental pode desencadear o ativismo juvenil; Fili *et al.* (2025) investigam a preparação dos professores para lidar com QSC; e Torkar & Dolenec (2025) apresentam uma utilização inovadora da Literatura Científica Adaptada (APL) com alunos mais novos.

O artigo de Chaniotou *et al.* (2025) sintetiza 17 estudos e revela como os educadores abordam as alterações climáticas como uma questão profundamente interdisciplinar e carregada de valores. As estratégias identificadas são ricas e variadas, incluindo projetos STEAM, debates, ferramentas de inteligência artificial e envolvimento comunitário. Contudo, a revisão também expõe obstáculos persistentes: currículos rígidos, falta de apoio institucional e insuficiente formação docente (Hancock et al., 2019; Zeidler, 2014).

Reconhecendo que os professores são agentes centrais da mudança educativa, Fili *et al.* (2025) estudam a sua predisposição para trabalhar com QSC. A investigação, realizada com docentes em formação e em exercício na Grécia, revela uma atitude promissora, mas também receios significativos — sobretudo em relação ao domínio de conteúdos, à gestão da sala de aula e à preparação dos alunos. Muitos professores ainda favorecem modelos tradicionais centrados no docente, o que coloca um desafio à formação contínua: ir além dos métodos e apoiar os professores na construção de uma nova identidade — como facilitadores de investigação, diálogo e reflexão ética (Kilinc et al., 2017; Sadler et al., 2006).

Da Silva & Reis (2025) apresentam um caso inspirador no Brasil, onde alunos de uma comunidade marginalizada usaram a ciência para defender a justiça ambiental. O estudo demonstra

empathy, and engagement (Barrue & Albe, 2013; Lee et al., 2013).

Despite the above-mentioned commonalities, each study contributes a unique lens.

The systematic review performed by Chaniotou *et al.* (2025) delves into how climate change is taught as an SSI, Da Silva & Reis (2025) explore how environmental justice sparks youth activism; Fili *et al.* (2025) examine teachers' readiness to engage with SSIs; while Torkar & Dolenec (2025) showcase innovative use of Adapted Primary Literature (APL) with young learners.

The paper by Chaniotou *et al.* (2025) synthesizes 17 studies and reveals how educators are tackling climate change as a deeply interdisciplinary and value-laden issue. The reviewed strategies are rich and diverse, from STEAM projects and debate formats to AI tools and community engagement. However, the review also exposes persistent barriers: rigid curricula, inadequate institutional support and limited teacher training (Hancock et al., 2019; Zeidler, 2014).

As teachers hold the keys to educational change their willingness to engage with SSI has been under study by Fili *et al.* (2025) Their research with Greek pre- and in-service educators shows a promising willingness to engage with SSIs but also significant concerns — especially around content knowledge, classroom management, and student readiness. Notably, many teachers still favor traditional, teacher-centered models, which raises a challenge for professional development: to move beyond methods and help educators embrace a new identity — as facilitators of inquiry, dialogue, and ethical reflection (Kilinc et al., 2017; Sadler et al., 2006).

Da Silva & Reis (2025) present a compelling case from Brazil, where students in a marginalized community used science to advocate for environmental justice. Their

que aprender pode tornar-se uma forma de resistência, quando o conhecimento científico se alia à reflexão emocional, cultural e política (Bencze et al., 2012; Reis, 2014). Os estudantes não se limitaram a aprender sobre injustiça — enfrentaram-na. Este trabalho mostra com clareza como a educação em ciências, quando bem realizada, pode formar cidadãos informados, críticos e empoderados (Evagorou et al., 2020).

Por fim, Torkar & Dolenec (2025) introduzem uma ferramenta inovadora: a Literatura Científica Adaptada (APL). Utilizada com alunos mais novos, na Eslovênia, para explorar a poluição luminosa, a APL ajudou os estudantes a envolverem-se profundamente com práticas e textos científicos reais — fomentando não apenas o conhecimento, mas também a curiosidade e a confiança na sua capacidade de aprender ciência (Norris & Phillips, 2003; Yarden et al., 2016). Os resultados sugerem que mesmo os alunos mais jovens podem beneficiar de materiais científicos autênticos, quando bem selecionados e pedagogicamente adaptados (Brill et al., 2004; Zer-Kavod, 2017).

Estes estudos oferecem não só contributos empíricos, mas também orientações estratégicas. Em conjunto, sublinham a necessidade de:

- Integrar as QSC no cerne dos currículos de ciências;
- Investir na formação contínua dos professores, abordando não apenas os conteúdos, mas também as dimensões éticas e emocionais do ensino;
- Promover pedagogias centradas no aluno e baseadas na investigação;
- Expandir o acesso a ferramentas como a APL, que tornam a ciência real acessível e significativa.

No coração destas recomendações está uma convicção fundamental: a educação científica não é neutra em valores — nem o deveria ser. Como Zeidler (2014) nos recorda, trabalhar com QSC exige lidar com incertezas, controvérsias e valores — precisamente o terreno onde a educação é mais necessária. A integração das QSC não é apenas oportuna — é indispensável. Desde as alterações climáticas à biotecnologia, os nossos estudantes

study demonstrates that learning becomes a form of resistance when scientific understanding is paired with emotional, cultural, and political reflection (Bencze et al., 2012; Reis, 2014). Students did not just learn about injustice—they challenged it. This work powerfully illustrates how science education, when done right, can help students become informed, critical, and empowered citizens (Evagorou et al., 2020).

Finally, Torkar & Dolenec (2025) introduce a refreshing tool: Adapted Primary Literature (APL). Used with younger students in Slovenia to explore light pollution, APL helped learners engage deeply with real scientific practices and texts—building not just knowledge but scientific curiosity and confidence (Norris & Phillips, 2003; Yarden et al., 2016). Their findings suggest that even young learners can benefit from authentic scientific materials when thoughtfully selected and pedagogically grounded (Brill et al., 2004; Zer-Kavod, 2017).

These studies provide not only empirical insights but also strategic guidance. Taken together, they collectively underscore the need for:

- Embedding SSIs at the core of science curricula.
- Investing in professional development that addresses not just content but the ethical and emotional dimensions of teaching.
- Promoting inquiry-based, student-centered pedagogies.
- Expanding access to tools like APL that make real science accessible and meaningful.

A fundamental belief is at the heart of these recommendations: science education is not value-neutral and should not be. As Zeidler (2014) reminds us, navigating SSIs requires grappling with uncertainty, controversy, and values — precisely the terrain where education matters most. The integration of SSIs is not just timely—it is essential. From climate change to biotechnology, our students inherit a world of urgent decisions. Our job is to prepare them to

herdam um mundo repleto de decisões urgentes. Cabe-nos prepará-los para compreender a ciência e usá-la de forma ética, crítica e solidária.

As salas de aula de ciências, portanto, não são espaços neutros. São campos de formação para a cidadania ativa. Os professores não são meros transmissores de factos — são mentores na complexidade. E os estudantes? Não são apenas aprendizes. São os agentes de mudança de amanhã.

A mensagem é clara: se queremos que a educação científica prepare os alunos para cuidar do planeta, então os nossos sistemas devem ser reestruturados para apoiar esse objetivo.

Referências/References:

Aikenhead, G. S. (2007). Humanistic perspectives in the science curriculum. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 881–910). Lawrence Erlbaum.

Barrue, C., & Albe, V. (2013). Socially acute questions: A means to develop students' involvement in socioscientific issues. *Journal of Biological Education*, 47(3), 149–158.

Bencze, J. L., Sperling, E. R., & Carter, L. (2012). Students' research-informed socio-scientific activism. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 12(1), 62–85.

Brill, G., Falk, H., & Yarden, A. (2004). The learning environment of scientific communication in high school: Introduction of scientific articles. *Research in Science Education*, 34(2), 245–268.

Chaniotou, Z., Bardi, C., & Georgiou, M. (2025). Climate change as a socio-scientific issue in science education- A systematic review. *APeDuC Journal*, 6(1), 73-85.

Da Silva, E.M. & Reis, P.G.R. (2025). Letramento científico voltado ao ativismo contextos e processos indutivos à construção de elementos políticos. *APeDuC Journal*, 6(1), 17-40.

understand science and use it ethically, critically, and compassionately.

Science classrooms, then, are not neutral grounds. They are training grounds for active citizenship. Teachers are not mere transmitters of facts—they are mentors in complexity. And students? They are not just learners. They are the changemakers of tomorrow. The message is clear—if we want science education to prepare students for planetary stewardship, then our systems must be restructured to support that goal.

Evagorou, M., Nielsen, J. A., & Dillon, J. (2020). Science communication in education: Modes, practices, and perspectives. In J. Dillon, M. Evagorou, & J. A. Nielsen (Eds.), *Science communication in a digital world* (pp. 117–133). Springer.

Fili, S., Alexiou, E., Danaktsis, K., Michaelidou, K., & Kapsala, N. (2025). A case study on the self-efficacy of pre-service and in-service greek teachers regarding teaching through the use of socio-scientific issues. *APeDuC Journal*, 6(1), 41-58.

Hancock, J., Friedrichsen, P., & Kinslow, A. (2019). Climate change education in the United States: Limits and possibilities. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–14.

Kilinc, A., Demiral, U., Kartal, C., & Eroglu, B. (2017). Preservice science teachers' emotions about socioscientific issues: A cross-sectional study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 683–705.

Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socio-scientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310.

Lee, H., Chang, H., Choi, K., Kim, S. W., & Zeidler, D. L. (2013). Developing character and values for global citizens: Analysis of pre-service science teachers' moral reasoning on socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 35(10), 1739–1762.

Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240.

Reis, P. (2014). Promoting students' collective socio-political action through socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 36(12), 2035–2057.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 729–780). Lawrence Erlbaum.

Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 355–369). Springer.

Sadler, T. D., Amirshokoohi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teachers' perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 353–376.

Torkar, G. & Dolenec, A. (2025). Using adapted primary literature to introduce students to socioscientific issues: a case of light pollution and biodiversity. *APeDuC Journal*, 6 (1), 59-72.

Yarden, A., Brill, G., & Falk, H. (2016). Adapted primary literature as a context for introducing high school students to the culture of science. *Research in Science Education*, 46(4), 705–728.

Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research and practice. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. II) (pp. 697–726). Routledge.

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377.

Zer-Kavod, E. (2017). Scientific reading and writing in junior high school: The use of adapted primary literature. *Teaching Science*, 63(2), 22–30.

Apostolia Galani^{1,2} & Evangelia Mavrikaki^{1,3}

Editoras convidadas/Guest Editors

¹ National and Kapodistrian University of Athens, Greece

² lgalani@primedu.uoa.gr

³ emavrikaki@primedu.uoa.gr