



INSTITUTO DE
EDUCAÇÃO
—
ULISBOA

POLICY BRIEF IE-ULISBOA N.º 6

JUNHO 2023

Mónica
Baptista

EDUCAÇÃO STEM EM PORTUGAL: INICIATIVAS E DESAFIOS PARA O FUTURO

Os *policy brief* do IE-ULisboa visam disponibilizar sínteses de estudos e recomendações políticas neles baseados a um público não-académico. Desta forma, os *policy brief* têm como público-alvo pessoas envolvidas na construção, implementação e avaliação de políticas educativas, bem como os cidadãos em geral, informando o debate público sobre educação.

www.ie.ulisboa.pt

geral@ie.ulisboa.pt

Alameda da Universidade,
1649-013 Lisboa, Portugal

+351 21 794 36 33

RESUMO

O acrónimo STEM – Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática – surgiu nos anos 90, nos EUA, associado à necessidade de aumentar o número de jovens a prosseguirem estudos e carreiras nestas áreas. Tomado como indicador de produtividade, competitividade e bem-estar dos países, e relacionado com projetos de inovação a nível internacional, o lema STEM legitimou políticas educativas, mudanças curriculares e novas práticas educativas. Seguindo esta tendência, em Portugal tem existido um incremento de iniciativas de Educação STEM, em contextos de aprendizagem formal e não formal, com o objetivo de promover a integração STEM, fomentar a aprendizagem STEM baseada em contexto, e despertar o interesse dos alunos por estudos e carreiras nestas áreas. Não obstante, em Portugal é possível fazer mais e melhor, através de uma ação conjunta entre escolas e organizações dos setores público e privado (autoridades públicas, indústria, universidade, etc.). Nesse sentido, preconiza-se uma estratégia nacional para a Educação STEM, um currículo aberto a práticas de *design thinking*, e a formação de professores em STEM.

RELEVÂNCIA

A investigação identifica como razões para introduzir a Educação STEM nas escolas: (i) a sua contribuição para a manutenção da competitividade dos países na economia global, que requer um aumento de profissionais neste âmbito; (ii) o facto de a busca de soluções para muitos dos problemas globais depender de profissionais destas áreas (e.g., alterações climáticas, água potável, energia, etc.); (iii) a relação que mantém com o desenvolvimento de competências consideradas nucleares no século XXI, tais como, pensamento crítico, criatividade, comunicação e cooperação. Em Portugal, e apesar de mais de 50% dos alunos, no final do 9.º ano, optarem pela área de ciências e tecnologias, as vias de estudo pós-secundário eleitas pelos alunos dos cursos científico-humanísticos são as ciências sociais, o comércio e o direito, o que permite tirar ilações quanto à necessidade de se impulsionar a Educação STEM. Recentemente estimulada pela agenda política, no quadro do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), através do programa 'Impulso jovens STEAM' (que estende o acrónimo às Artes) e da escola digital, importa reforçar a sua relevância no território nacional, a partir de um conjunto de aspetos que lhe estão associadas, como sejam, a integração das quatro áreas do conhecimento por via da articulação curricular, a mobilização de atividades ligadas ao campo profissional STEM, a utilização de cenários de aprendizagem STEM, e a inclusão do *design thinking*.

CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE A EDUCAÇÃO STEM

O STEM surgiu na década de 90, através da *National Science Foundation* (NSF), uma agência governamental dos Estados Unidos que desenvolve investigação e educação nos domínios da ciência e da engenharia. Designando genericamente políticas ou práticas educativas que envolvam as quatro áreas do conhecimento STEM (Bybee, 2013), considerava-se que ajudaria a manter a competitividade económica (Martín-Páez et al., 2019) através da cativação de futuros profissionais para estas áreas, uma necessidade social identificada, no contexto norte-americano, pelas Academia Nacional das Ciências e Academia Geral da Engenharia, e o Instituto de Medicina (Sanders, 2009). Daqui resultaram alterações diversas nas políticas e práticas educativas, com base no desenvolvimento dos *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013), padrões educacionais que dão grande peso ao STEM.

Expandindo-se internacionalmente, de forma gradual, tem existido um grande investimento das entidades governamentais dos diferentes países na atração de jovens para estas áreas (OCDE, 2020). Igualmente, ganhou importância através de iniciativas de reformulação de currículos e de criação de ambientes de aprendizagem, a par do financiamento de projetos de investigação financiados por agências internacionais (Erduran, 2020).

Esta expansão da Educação STEM, à escala global, tem ocorrido a par de uma ampla discussão sobre o seu significado (Sanders, 2009), existindo consenso em três pontos: (a) a Educação STEM caracteriza-se pela articulação das quatro áreas do conhecimento (S-T-E-M), trabalhadas de forma integrada, a nível interdisciplinar e transdisciplinar (Ortiz-Revilla et al., 2022); (b) a Educação STEM inclui incentivar os alunos para estas áreas e a prosseguirem estas carreiras STEM (Reeve, 2021); (c) a aprendizagem STEM centra-se em contextos reais ou em problemas complexos do quotidiano (Baptista, Martins & Conceição, 2020). Em sintonia com estas características, os autores preconizam o uso de cenários de aprendizagem inovadores, no quadro dos quais se recorre a metodologias como o trabalho de projeto ou o ensino por investigação (*inquiry*), com enfoque no desenvolvimento de competências transversais – os 4C's – pensamento crítico, criatividade, comunicação e cooperação (Reeve, 2022; Thibaut et al., 2018).

EDUCAÇÃO STEM NO CONTEXTO PORTUGUÊS

SOBRE O NÚMERO DE ALUNOS E DIPLOMADOS EM ÁREAS STEM

1 <https://estatisticas-educacao.dgeec.medu.pt/eef/>

Em Portugal, os alunos que pretendem seguir, no ensino secundário, cursos científico-humanísticos, no final do 9.º ano optam entre quatro áreas: ciências e tecnologias, ciências socioeconómicas, artes visuais, e línguas e humanidades. Os dados referentes aos alunos matriculados, entre 2016/2017 e 2020/2021, mostram que 51% a 52% dos alunos, nesse período, frequentaram o curso de ciências e tecnologias¹ (Figura 1).

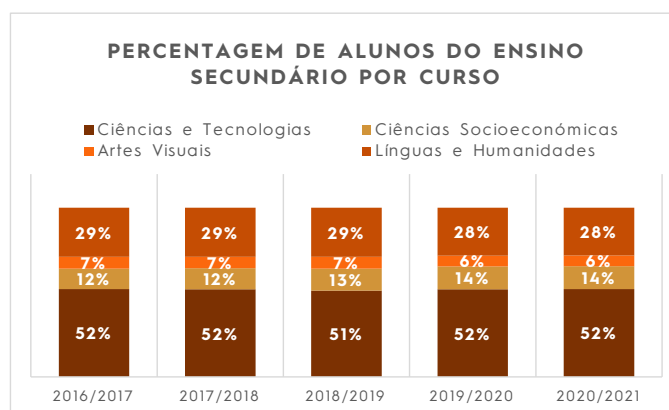


Figura 1. Distribuição do número de alunos do ensino secundário por curso.
Fonte: DGEEC

No entanto, quando se observa a percentagem de estudantes matriculados no ensino superior nas áreas de ciências, matemática e informática (SMT) e de engenharias, indústrias transformadoras e construção (EIC), bem como a percentagem de diplomados também nessas duas áreas, no período de 2016 a 2021, o cenário é diferente, quando comparado com a percentagem de estudantes matriculados ou diplomados nas áreas de ciências sociais, comércio, direito (CSCD) e de artes e humanidades (AH). Concretamente, a percentagem de matriculados no ensino superior e de diplomados, em SMT e EIC, nos anos em análise, é sempre inferior à percentagem de matriculados e diplomados em CSCD e AH. Existiam mais 12% em 2016 e 15% em 2021 de estudantes matriculados nas áreas CSCD e AH do que nas áreas SMT e EIC e existiam mais 12% em 2016 e 16% em 2021 de diplomados nas áreas CSCD e AH do que nas áreas SMT e EIC² (Figuras 2 e 3).

2 idem

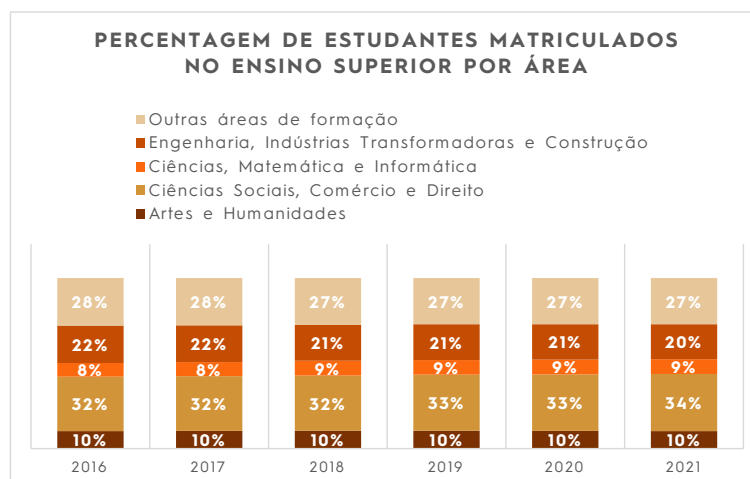
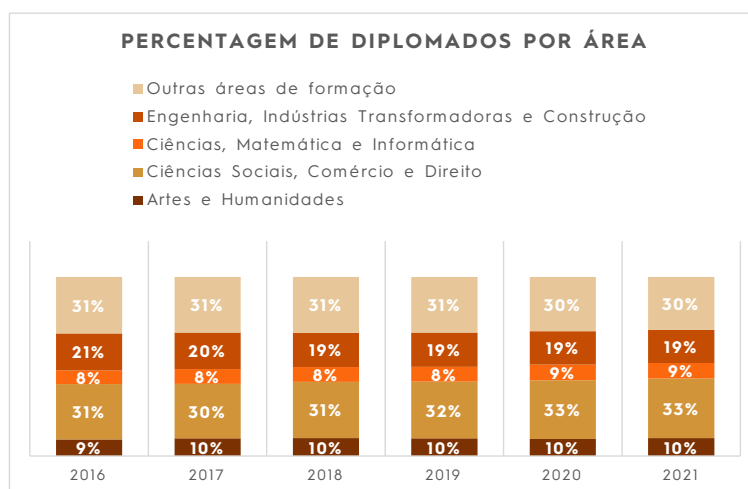


Figura 2. Percentagem de estudantes matriculados no ensino superior por área.
Fonte: DGEEC

Figura 3. Percentagem de diplomados por área.
Fonte: DGEEC



Estes dados revelam uma adesão às áreas STEM pelos alunos no ensino secundário que não tem continuidade no ensino superior, o que implica ampliar e aprofundar as iniciativas já existentes, para além de colocar vários desafios.

INICIATIVAS STEM NOS ENSINOS BÁSICOS E SECUNDÁRIO

De seguida, descrevem-se sumariamente iniciativas dirigidas a alunos dos ensinos básicos e secundário, em contextos de aprendizagem formal (e.g., salas de aula) e não formal (e.g., universidades, centros de ciência) e sinaliza-se o seu alinhamento com características-chave da Educação STEM propostas pela investigação.

(a) Integração das quatro áreas do conhecimento STEM

A integração interdisciplinar e transdisciplinar, uma das características-chave da Educação STEM (English, 2016), vem sendo desenvolvida em Portugal, no quadro do novo Currículo do Ensino Básico e Secundário³, sendo diversos os agrupamentos de escolas que, do 1.º ciclo ao ensino secundário, desenvolvem iniciativas de integração STEM, dentro e fora da sala de aula (Baptista, Martins & Conceição, 2020; Baptista & Martins, 2019). Um exemplo consiste em contemplar na oferta formativa (3.º ciclo) a disciplina de STEM, que é lecionada, na maioria dos casos, por professores de diferentes áreas (e.g., física e química, matemática e tecnologias de informação e comunicação), em assessoria (i.e., mais do que um professor em sala de aula), ou em situação de alternância (i.e., as aulas são asseguradas pelos professores em forma alternada). Noutros casos, a integração ocorre nos domínios de autonomia curriculares, em que os professores das áreas STEM planeiam conjuntamente situações de aprendizagem, privilegiando a interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (Baptista, 2022).

³ Aprovado pelo Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho, que decorreu do desenvolvimento do PAFC - Projeto de Autonomia e Flexibilidade Curricular (2017-2018). De sublinhar igualmente a contribuição que neste âmbito decorreu da experiência do PPIP - Projeto-Piloto de Inovação Pedagógica (Despacho n.º 3721/2017, de 3 de maio).

(b) Interesse pelas áreas e carreiras STEM

São várias as iniciativas alinhadas com o propósito de promover o interesse dos alunos pelas áreas e carreiras STEM (Knezek et al., 2013). Refira-se os centros de ciência, nomeadamente o Pavilhão do Conhecimento, que promove atividades relacionadas com as carreiras STEM; ou as feiras municipais, como o Festival Internacional de Ciência, dinamizado pelo Município de Oeiras, onde cientistas das áreas STEM dão a conhecer o seu trabalho. Outro exemplo é o do Projeto GoSTEM, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) e coordenado pelo IE-ULisboa, que envolve alunos e professores em atividades STEM, nos próprios agrupamentos de escolas e em *workshops* que decorrem no IE-ULisboa. Em algumas destas atividades, os alunos desenvolvem protótipos STEM e contactam com os profissionais (Baptista, 2023). De sublinhar ainda as várias empresas, especialmente nas áreas da tecnologia e robótica ou das ciências experimentais, que fornecem materiais e serviços às escolas, intervindo em aulas, colaborando com os professores, com o objetivo de estimular os estudantes para as áreas e carreiras STEM.

(c) Aprendizagem STEM baseada em contexto

O enfoque da aprendizagem STEM em contextos reais ou em problemas do quotidiano, explorados através de cenários de aprendizagem inovadores, centrados em metodologias como o trabalho de projeto e ao ensino por investigação, bem como a ênfase no desenvolvimento de competências transversais (English, 2016), foram também objeto das medidas políticas assinaladas anteriormente⁴. Estas iniciativas, que têm favorecido o desenvolvimento da Educação STEM, especificamente através da aprendizagem baseada em contexto, decorrem, entre outros, no quadro dos Clubes Ciência Viva na Escola, apoiados pela Direção-Geral da Educação (DGE) e pela Ciência Viva, dos Clubes de Programação e Robótica, suportados pela ERTE/DGE ou, inclusivamente, espaços STEM, com apoio de Municípios (e.g., Academia STEM Mangualde) (Baptista, Martins & Conceição, 2020).

Não obstante estas iniciativas serem relevantes, a escala das mesmas é ainda reduzida em termos nacionais. Acresce a existência de obstáculos como a falta de colaboração entre professores ou a desarticulação de esforços, que são valorizados pela investigação, segundo a qual a integração das quatro áreas do conhecimento e o desenvolvimento de práticas inovadoras, acarretam que os professores trabalhem colaborativamente (Lesseig et al., 2016). Este ainda é um campo a necessitar de melhoria em Portugal (OECD, 2018). A investigação também indica que o sucesso da Educação STEM obriga a uma articulação entre as propostas curriculares e as práticas dos professores, bem como a conjugação de esforços entre os diversos atores (políticos, diretores de escolas, professores, investigadores) (Reeve, 2022). Daqui decorre um conjunto de desafios a que urge dar resposta, visando promover no contexto nacional a Educação STEM.

⁴ Estando em consonância com o preconizado no perfil do aluno à saída da escolaridade obrigatória (Despacho n.º 6478/2017, 26 de julho).

DESAFIOS E IMPLICAÇÕES PARA A AÇÃO

1. Estratégia nacional para a Educação STEM

Em Portugal, as iniciativas STEM resultam principalmente de propostas individuais de agrupamentos de escolas (e.g., oferta da disciplina de Educação STEM, clubes escolares), de projetos que envolvem a administração educativa – DGE (e.g., STE(A)M-IT, 3C4Life, Co-Lab), ou de ofertas externas de universidades, centros de ciência, museus de ciência, associações profissionais e feiras educativas, que podem ou não ter ligação com as escolas. Detendo a Educação STEM uma forte expressão a nível mundial, e existindo mesmo um reconhecimento da importância do seu reforço na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2016), ou até, a nível nacional, no Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), afigura-se decisiva a sua valorização pelas autoridades públicas e a respetiva inscrição nos documentos curriculares. Para isso, impõe-se debater as suas finalidades, no quadro do currículo nacional, e sobre como implementá-la de forma sistemática atendendo às experiências bem-sucedidas, reforçando a ligação das escolas às organizações dos setores público e privado (e.g., indústria, universidades, etc.), que podem apoiar essa implementação.

2. Design thinking na Educação STEM

As práticas de *design* estão muito presentes no dia-a-dia dos profissionais ligados à Engenharia (e também nas Artes, Arquitetura e Tecnologia, entre outras), importando concretizar o potencial do 'E' do STEM, designadamente através da resolução de problemas práticos e da construção de modelos e protótipos, sua testagem e avaliação. Trabalhar o *design thinking* dos estudantes permite-lhes desenvolver a sua criatividade e outros modos de pensar, associados ao imaginar, criar, fazer e otimizar (ITEEA, 2020; Li et al., 2019), para além de potenciar o seu uso alargado nos sistemas sociais e profissionais. Em Portugal, há a destacar o projeto GoSTEM, cujo processo de *design* em engenharia se mostrou muito importante para o desenvolvimento do raciocínio dos alunos e da sua capacidade de imaginar, criar e inovar (Baptista, 2022).

3. A formação de professores competentes em STEM

Ao invés de trabalhar cada área do conhecimento em separado (S-T-E-M), a Educação STEM integra-as, e dessa forma desafia a formação de professores (Božar & Lavonen, 2022), remetendo para um trabalho conjunto em que se conjuguem os conhecimentos específicos dos docentes das quatro áreas. A investigação defende que esta formação se centre na prática, e os docentes explorem e implementem cenários de aprendizagem inovadores, em sala de aula, utilizando metodologias de *inquiry* e discutindo os resultados das aprendizagens dos seus alunos (Tönnsen, 2022). Em Portugal, uma iniciativa bem-sucedida é a

da formação contínua de professores promovida pelo projeto europeu 3C4Life. Tendo como parceiros o IE-ULisboa e a DGE, professores do 1.º ciclo ao ensino secundário puderam explorar, desenvolver e implementar materiais educativos STEM, trabalhando com uma equipa multidisciplinar de formadores, e em colaboração com colegas das quatro áreas STEM (Correia & Baptista, 2022).

RECOMENDAÇÕES

CRIAR uma estratégia nacional que articule a Educação STEM com as iniciativas em curso (e.g., no âmbito do PRR). Para isso, importa que as autoridades educativas valorizem as experiências bem-sucedidas, reforçando a ligação das escolas aos diferentes *stakeholders* e melhorando as infraestruturas escolares e a reorganização dos tempos de trabalho dos docentes.

INOVAR através de práticas que desenvolvam o *design thinking* dos alunos e permitam implementar cenários de aprendizagem STEM que acompanhem a evolução tecnológica e os novos desafios colocados pela realidade virtual e aumentada, a inteligência artificial e a ciências dos dados, entre outros.

FORMAR professores na área da Educação STEM, promovendo um trabalho integrado (inter/transdisciplinar) que conjugue conhecimentos específicos das quatro áreas para o desenvolvimento de cenários de aprendizagem STEM inovadores.

REFERÊNCIAS

Baptista, M. (Coord.) (2023). *Recursos STEM para a aprendizagem dos alunos*. Lisboa: REDESCOLA - Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

Baptista, M. (2022). Educação STEM e os desafios para as aprendizagens dos alunos. In Alexandre Shigunov Neto, André Coelho da Silva e Ivan Fortunato (Org.), *Coletânea do Congresso Paulista de Ensino de Ciências: discutindo o ensino de ciências nos países ibero-americanos*. Edições Hipótese.

Baptista, M., & Martins, I. (2023). Effect of a STEM approach on students' cognitive structures about electrical circuits. *International Journal of STEM Education*, 10(15). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00393-5>

Baptista, M., & Martins, I. (2019). STEM as a Means for Students' Science Learning. *Acta Scientiae*, 21(6). 21(6), 98-115. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5421>

Baptista, M., Martins, I., & Conceição, T. (2020). STEM Integration: Evidences of students' learning. In P. J., Hendricks (Ed.), *Science Teaching and Learning: Practices, Implementation and Challenges* (pp. 1-27). Nova Science Publishers.

Boğar, Y. & Lavonen, J. (2022). Status and Trends of STEM Education in Finland. In Y. F. Lee & L. S. Lee (Eds.), *Status and trends of STEM education in highly competitive countries: country reports and international comparison* (pp. 447-496). Technological and Vocational Education Research Center, National Taiwan Normal University.

Bogdan Toma, R. & García-Carmona, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80.

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.

Correia, M., & Baptista, M. (2022). Supporting the development of pre-service primary teachers PCK and CK through a STEM program. *Education Sciences*, 12, 258.

English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3, 3.

Erduran, S. (2020). Nature of "STEM"? *Science & Education*, 29, 781-784.

International Technology and Engineering Educators Association [ITEEA] (2020). *Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education*. ITEEA.

Knezek, G., Christensen, R., Tyler-Wood, T., & Periathiruvadi, S. (2013). Impact of environmental power monitoring activities on middle school student perceptions of STEM. *Science Education International*, 24(1), 98-123.

Lesseig, K., Nelson, T. H., Slavitt, D., & Seidel, R. A. (2016). Supporting middle school teachers' implementation of STEM design challenges. *School Science and Mathematics*, 116(4), 177-188.

Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). Design and design thinking in STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 2, 93-104 (2019).

Martin-Paez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? *A review of literature*. *Science Education*, 103(4), 799-822.

www.ie.ulisboa.pt

geral@ie.ulisboa.pt

Alameda da Universidade,
1649-013 Lisboa, Portugal

+351 21 794 36 33

Next Generation Science Standards [NGSS]. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.

OCDE (2018). Curriculum flexibility and autonomy in Portugal – an OECD review, OECD Publishing, Paris, <https://www.oecd.org/education/2030/Curriculum-Flexibility-and-Autonomy-in-Portugal-an-OECD-Review.pdf>

OCDE (2020). What Students Learn Matters: Towards a 21st Century Curriculum, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/d86d4d9a-en>

Ortiz-Revilla, J., Greca, I.M. & Arriaseca, I. (2022). A Theoretical Framework for Integrated STEM Education. *Science & Education*, 31, 383–404.

Reeve, E. M. (2021). The need for STEM education: now more than ever! *Southeast Asian Journal of STEM Education*, 2(1), 94–110.

Reeve, E. M. (2022). Status and Trends of STEM Education in the United States of America. In Y. F. Lee & L. S. Lee (Eds.), *Status and trends of STEM education in highly competitive countries: country reports and international comparison* (pp. 447–496). Technological and Vocational Education Research Center, National Taiwan Normal University.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–27.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Pauw, J. B., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 1–12.

Tönnsen, K. C. (2022). Status and Trends of STEM Education in Germany. In Y. F. Lee & L. S. Lee (Eds.), *Status and trends of STEM education in highly competitive countries: country reports and international comparison* (pp. 447–496). Technological and Vocational Education Research Center, National Taiwan Normal University.

UNESCO (2016). *Education 2030*. Incheon declaration and framework for action for the implementation of Sustainable Development Goal 4: Ensure inclusive and equitable quality education and promote life-long learning opportunities for all. https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/education-2030-incheon-framework-for-action-implementation-of-sdg4-2016-en_2.pdf