

EDUCAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA INTERFACE TERRA-MAR: UMA PERSPECTIVA MATÉTICA

MARCELO LEITE MATOS

UNICAMP UNIVERSIDADE DE CAMPINAS

Introdução

A interface terra-mar (ISL) é espaço estratégico de interações físicas, ecológicas e sociais, marcada por pressões ambientais e desigualdades socioeconômicas. Reconhecendo sua relevância, a ONU declarou 2021–2030 como a Década do Oceano (ONU, 2020; UNESCO, 2021). Este estudo contribui aos debates do ENGEMA ao explorar estratégias de ensino-aprendizagem que articulam ciência, sociedade e sustentabilidade, fortalecendo a formação crítica e integrando práticas pedagógicas inovadoras à gestão socioambiental.

Problema de Pesquisa e Objetivo

A educação para a sustentabilidade na interface terra-mar carece de referenciais pedagógicos consolidados, dificultando a integração entre teoria e prática em contextos socioambientais complexos. O problema de pesquisa situa-se nessa lacuna, exigindo abordagens inovadoras para enfrentar crises ambientais e sociais. O objetivo é explorar, sistematizar e discutir métodos de ensino, aprendizagem e avaliação aplicados à sustentabilidade, analisando sua eficácia, adequação institucional e diálogo com a Matética (EISENHARDT, 1989; SAUNDERS et al., 2019).

Fundamentação Teórica

O estado da arte revela diversidade de metodologias ativas que privilegiam o protagonismo discente, como sala de aula invertida, aprendizagem baseada em problemas, gamificação e crossover learning, que integram espaços formais e informais (BRYHN; BELGRANO, 2023). Biggs e Tang (2011) destacam o alinhamento construtivo como princípio de coerência entre objetivos, métodos e avaliação. A esses aportes soma-se a Matética (PAPERT, 1994), que fundamenta o aprender pela experiência e autonomia, fornecendo base para práticas pedagógicas críticas e transformadoras.

Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como revisão narrativa, com levantamento em Google Scholar e Web of Science, complementado por literatura cinzenta e relatórios institucionais. O recorte incluiu trabalhos entre 2000 e 2023, selecionados pela relevância em sustentabilidade costeira, inovação pedagógica e metodologias ativas. Foram analisados critérios de centralidade no estudante, interdisciplinaridade, adequação institucional e potencial de integração pedagógica. A Matética (PAPERT, 1994) foi adotada como lente analítica para interpretar a autonomia e a aprendizagem pela experiência.

Análise e Discussão dos Resultados

A revisão mostrou eficácia de metodologias como aprendizagem baseada em problemas, gamificação e crossover learning em promover engajamento, criticidade e retenção (BRYHN; BELGRANO, 2023). Evidenciou-se que não há modelo universal, sendo necessário combinar estratégias de acordo com contextos institucionais e socioambientais. Limitações incluem barreiras culturais, institucionais e desigualdade de acesso digital. A Matética (PAPERT, 1994) reforça os resultados ao sustentar a autonomia e o aprender fazendo, ampliando a relevância crítica das práticas pedagógicas.

Considerações Finais

A sustentabilidade na interface terra-mar demanda abordagens híbridas, ativas e interdisciplinares que aproximem teoria e prática, fortalecendo competências críticas e inovadoras. A diversidade metodológica favorece o protagonismo discente e contribui para enfrentar desafios socioambientais complexos (BRYHN; BELGRANO, 2023). A Matética (PAPERT, 1994) amplia esse movimento ao valorizar autonomia e experimentação. O estudo oferece contribuições teóricas e práticas, inspirando docentes e instituições na construção de programas e políticas de inovação pedagógica em sustentabilidade.

Referências

BRYHN, A.C.; BELGRANO, A. Teaching, learning and assessment... Sustainability, v.15, 2023. EISENHARDT, K.M. Building theories from case study research. Acad. Manag. Rev., v.14, 1989. ONU. United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development. Paris: UNESCO, 2020. PAPERT, S. A máquina das crianças. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. SAUNDERS, M.; LEWIS, P.; THORNHILL, A. Research methods for business students. Pearson, 2019. UNESCO. Education for Sustainable Development: A Roadmap. Paris: UNESCO, 2021.

Palavras Chave

Sustentabilidade, Métodos de ensino e aprendizagem, Matética

Agradecimento a órgão de fomento

Agradeço ao ENGEMA pela oportunidade de apresentar este trabalho em um espaço acadêmico que promove o diálogo interdisciplinar e fortalece a pesquisa em gestão socioambiental. O evento contribui de forma significativa para a difusão de conhecimento e para a construção de soluções inovadoras voltadas à sustentabilidade, sendo fundamental para o avanço científico e educacional no país.

EDUCAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE NA INTERFACE TERRA-MAR: UMA PERSPECTIVA MATÉTICA

1 INTRODUÇÃO

O ensino superior tradicional, existente há milênios, tem sido descrito como centrado no professor (Awacorach et al., 2021), mas vem incorporando práticas mais centradas no aluno, nas quais há maior responsabilidade pela aquisição de conhecimento e habilidades (Kennedy, 2006). Nas últimas décadas, destacou-se o alinhamento construtivo (Tang, 2011), que coloca a participação ativa do estudante no centro do processo, embora também tenha recebido críticas (Lindberg-Sand, 2021). Esse paradigma enfatiza os resultados de aprendizagem (Allan, 2006), diferenciados entre prescritos e alcançados (Caspersen, 2017), ainda alvo de debates conceituais (Mintz, 2018).

Além das mudanças paradigmáticas no ensino superior, ganha destaque a Matética, conceito formulado por Papert (1980, 1993) como a “arte de aprender”, que carece de maior difusão e aplicação. Esse enfoque coloca o estudante no centro do processo, estimulando não apenas a aquisição de conteúdos, mas também a construção reflexiva do conhecimento por meio da ação e da experiência. No contexto da sustentabilidade na LSI, a Matética reforça a ideia de que aprender sobre ambientes complexos exige engajamento crítico, colaborativo e transformador.

Essa perspectiva se conecta à Interface Terra-Mar (LSI), região de encontro entre terra e mar que envolve dimensões hidrológicas, ecológicas, sociais, econômicas, culturais e de governança (Pittman, 2016). A LSI é estratégica para a sustentabilidade, pois concentra cerca de 40% da população mundial (ONU, 2007), sofre pressões antrópicas como poluição e hipoxia (Li et al., 2020) e abriga ecossistemas costeiros de alto valor ecológico, prestando serviços ecossistêmicos e sustentando turismo, transporte e bem-estar humano (Wang, 2021).

A sustentabilidade tem se consolidado como eixo estruturante no ensino superior (Brundiers et al., 2021), reforçada pela Década da Ciência Oceânica (2021–2030) (UNESCO, 2021). Assim, a sustentabilidade no LSI tornou-se objeto de diversos módulos e programas acadêmicos em todo o mundo.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas bibliográficas no Google Scholar e no Web of Science sobre métodos populares e/ou inovadores de ensino, aprendizagem e avaliação. Essas pesquisas, além das pesquisas regulares em navegadores para literatura cinzenta e páginas da web, também foram feitas para determinar até que ponto esses métodos são atualmente utilizados para a educação em sustentabilidade no que diz respeito ao LSI. O foco foi nos métodos, e não nos programas educacionais. O objetivo foi identificar exemplos em diferentes partes do mundo para tornar a visão geral mais relevante em um contexto global. Na revisão bibliográfica, buscou-se não apenas identificar métodos populares e inovadores, mas também compreender em que medida eles dialogam com princípios da Matética, que valoriza a autonomia do estudante, a experimentação e o aprendizado pela ação. Esse olhar matético permite avaliar os métodos não apenas em termos de eficácia, mas também em

sua capacidade de formar aprendizes autônomos, críticos e preparados para enfrentar os desafios da sustentabilidade costeira.

Veremos a seguir métodos populares e/ou inovadores de ensino e aprendizagem, que podem ser relevantes para a LSI, seguidos por alguns métodos modernos de avaliação usados ocasionalmente.

2.1 Aprendizagem tradicional em sala de aula

A aprendizagem tradicional em sala de aula pode ser a forma mais comum de aprendizagem no ensino superior. É o “padrão ouro” com o qual outros tipos de aprendizagem são geralmente comparados (Reynolds, 2022) e tende a obter classificações comparativamente altas por parte dos estudantes universitários (Young; 2014). Pode ser um desafio adaptá-la ao alinhamento construtivo, uma vez que este requer a participação ativa do aluno. Exemplos incluem tarefas individuais ou em grupo baseadas em situações reais (McCann, 2016) e apresentações em que os estudantes defendem seus trabalhos, beneficiando-se de críticas construtivas (Kaul, 2020).

Em um ambiente de LSI, esse modelo tem sido aplicado à aquisição de conhecimentos básicos em temas como biodiversidade costeira, legislação marítima e governança marinha. Casos práticos incluem sua utilização em Taiwan para revitalização costeira (Ting; Cheng; Ting, 2021) e na Universidade de Nova Iorque para estudos sobre urbanização costeira e alterações ambientais (Burt, 2019).

2.2 E-learning e aprendizagem combinada

O e-learning, seja a curta ou a longa distância, não constitui uma novidade. Contudo, quando associado a estratégias digitais bem estruturadas, pode potencializar o processo de ensino-aprendizagem, promovendo maior flexibilidade, interatividade e inclusão dos estudantes.

Embora alguns estudos apontem menor popularidade em relação ao ensino presencial (Allen et al., 2002), há evidências opostas (Shahzad et al., 2021). Sua principal vantagem é a ampliação do alcance, permitindo que estudantes participem de cursos a distância em diferentes países e instituições, inclusive ligadas à LSI.

O termo aprendizagem combinada foi definido como “a mistura de e-learning e aprendizagem em sala de aula” (Lalima & Dangwal, 2017), e uma meta-análise demonstrou seus efeitos positivos no desempenho dos estudantes, especialmente em áreas de STEM (Vo et al., 2017).

Apesar dos desafios em países de baixa renda (Ukwoma & Ngulube, 2021), há experiências bem-sucedidas, como na Indonésia, com estudos de esportes de praia (Adi, 2018), e no Reino Unido, com modelos computacionais para compreensão de processos geológicos costeiros (Butler et al., 2018).

2.3 Sala de aula invertida

A sala de aula invertida ganhou destaque na última década, sobretudo nos EUA (Verleger, 2013). Nela, os estudantes estudam conteúdos digitais previamente e usam o

tempo em sala para discussões, resolução de problemas e atividades colaborativas, em sintonia com o alinhamento construtivo.

Apesar de críticas quanto à dependência tecnológica e resultados ambíguos no desempenho (Hew, 2017), pesquisas indicam alta aceitação e preferência dos estudantes em relação ao modelo tradicional (Findlay-Thompson; Mombourquette, 2014; Gilboy; Heinerichs; Pazzaglia, 2015). Esse método reforça a lógica matemática ao deslocar a responsabilidade do estudo inicial para o aluno, permitindo que a sala se torne um espaço de trocas ativas e reflexivas (Papert, 1980; Valente, 2014).

2.4 Aprendizagem baseada em problemas

A aprendizagem baseada em problemas (PBL) tem sido popular no ensino superior há várias décadas. Realizada em grupo diante de problemas abertos, é centrada no aluno e desenvolve habilidades de cooperação, comunicação, gerenciamento de projetos e experiências do mundo real (Nilson, 2010).

Embora os efeitos sobre o pensamento crítico sejam discutidos, uma meta-análise recente apontou impactos positivos (Liu; Pásztor, 2022), assim como resultados de longo prazo superiores ao ensino convencional (Yew, 2016). Ainda há necessidade de instrumentos mais precisos para avaliar sua eficácia (Guo et al., 2020). Casos práticos incluem o uso do PBL em Taiwan, na revitalização costeira (Ting, 2021), e nos Estados Unidos, em estudos sobre afundamento do solo e elevação do nível do mar (Tewari, 2021).

Trata-se, portanto, de uma prática essencialmente matemática, em que o estudante aprende ao resolver problemas reais, conectando teoria e prática.

2.5 Aprendizagem cruzada

A aprendizagem cruzada é um termo genérico para métodos que integram aprendizagem formal e informal, como visitas supervisionadas, workshops e outras atividades fora da sala de aula.

Estudos apontam boa aceitação dos estudantes nesse formato (Srinivasa; Kurni; Saritha, 2022), com exemplos como o evento realizado na Austrália sobre ecologia de tartarugas e poluição plástica (Couper et al., 2019).

Esse método se alinha ao paradigma do alinhamento construtivo e reforça a lógica matemática ao expandir o espaço de aprendizagem para o mundo real, em consonância com a visão de Freire (1996) e Papert (1993).

2.6 Espaçamento e autoteste

O espaçamento, ou “aprendizagem espaçada”, é um método da neurociência e da cognição que busca otimizar a memória de longo prazo por meio de repetições intercaladas por pausas (Kelley; Watson, 2013). Já o autoteste envolve o estudante avaliar sua própria compreensão de um tema (Rodriguez et al., 2021).

Ambos têm mostrado elevada eficácia em comparação com outras formas de aprendizagem, embora ainda pouco conhecidos por docentes e discentes (Bleher, 2022), apresentando grande potencial para o ensino e a sustentabilidade na LSI.

3 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Há um intenso desenvolvimento de novos métodos de ensino para a sustentabilidade na LSI, em sintonia com o alinhamento construtivo e seu enfoque centrado no aluno. Não existe um modelo único, mas sim a necessidade de diversidade metodológica: do ensino tradicional ao e-learning e blended learning, cujos limites e potencial foram revelados pela pandemia. Estratégias como sala invertida, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem cruzada, espaçamento e autotestes demonstram grande potencial, enquanto avaliações contínuas e formativas podem elevar o desempenho dos estudantes. Além das técnicas, é crucial expor os estudantes à interface entre ciência, gestão e política, integrando múltiplos saberes.

Conclui-se que a pluralidade pedagógica representa o caminho mais promissor para a sustentabilidade na LSI. A Matética atua como um fio condutor entre essas abordagens, favorecendo uma aprendizagem que é cognitiva, afetiva e prática (Papert, 1980). Assim, a Matética não deve ser vista apenas como uma teoria complementar, mas como um princípio estruturante para a educação em sustentabilidade: capaz de formar aprendizes críticos, reflexivos e engajados, como já defendia Freire (1996).

Considerando a complexidade da LSI e as constantes transformações sociais e ambientais, futuros estudos podem aprofundar como os princípios matéticos potencializam a eficácia dos métodos de ensino, contribuindo para práticas pedagógicas mais alinhadas à sustentabilidade global.

4 REFERÊNCIAS

- ADI, A. S. Implementation of blended learning in beach volleyball. *Adv. Soc. Sci. Educ. Hum. Res.*, v. 178, 2018.
- ALLAN, J. Learning outcomes in higher education. *Stud. Higher Educ.*, v. 31, n. 4, 2006.
- ALLEN, I. E. et al. *Sizing the opportunity*. Sloan Consortium, 2002.
- AWACORACH, N. et al. Teacher-centered to student-centered learning. *J. Educ. Learn.*, v. 10, n. 3, 2021.
- BRUNDIERS, K. et al. Key competencies in sustainability. *Sustainability Sci.*, v. 16, n. 1, 2021.
- BURT, J. Coastal urbanization and environmental change. *Reg. Stud. Mar. Sci.*, v. 28, 2019.
- BUTLER, R. et al. 3D models for teaching sedimentology. *Sediment. Geol.*, v. 373, 2018.
- CASPERSEN, J. Learning outcomes in higher education. *Eur. J. Educ.*, v. 52, n. 1, 2017.

- COUPER, F. et al. Cross-learning in turtle ecology. *Australas. J. Environ. Educ.*, v. 35, n. 3, 2019.
- FINDLAY-THOMPSON, S.; MOMBOURQUETTE, P. Evaluation of a flipped classroom. *Bus. Educ. Accred.*, v. 6, n. 1, 2014.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GILBOY, M. B.; HEINERICHS, S.; PAZZAGLIA, G. Enhancing student engagement. *J. Nutr. Educ. Behav.*, v. 47, n. 1, 2015.
- GUO, P. et al. Project-based learning in higher education. *Educ. Res. Rev.*, v. 31, 2020.
- HEW, K. F. Flipped classroom challenges. *Educ. Res. Rev.*, v. 22, 2017.
- KAUL, V. Active learning in higher education. *Educ. Training*, v. 62, n. 3, 2020.
- KELLEY, P.; WHATSON, C. Spaced learning pattern. *Front. Hum. Neurosci.*, v. 7, 2013.
- KENNEDY, D. *Writing and using learning outcomes*. Univ. College Cork, 2006.
- LALIMA; DANGWAL, K. C. Blended learning: an innovative approach. *Univ. J. Educ. Res.*, v. 5, n. 1, 2017.
- LI, W. et al. Coastal hypoxia and human impacts. *Sci. Total Environ.*, v. 703, 2020.
- LINDBERG-SAND, A. Constructive alignment reconsidered. *Teach. Higher Educ.*, v. 26, n. 3, 2021.
- LIU, M.; PÁSZTOR, A. Effectiveness of problem-based learning. *Educ. Psychol. Rev.*, v. 34, 2022.
- MCCANN, M. Real-world tasks in higher education. *College Teaching*, v. 64, n. 3, 2016.
- MENON, S.; SURESH, M. Education for sustainable development. *J. Cleaner Prod.*, v. 250, 2020.
- MINTZ, K. Sustainability education: a contested concept. *Environ. Educ. Res.*, v. 24, n. 9, 2018.
- NILSON, L. *Teaching at its best*. Jossey-Bass, 2010.
- ONU. *World urbanization prospects: 2007 revision*. UN, 2007.
- PAPERT, S. *Mindstorms*. Basic Books, 1980.

- PAPERT, S. *The children's machine*. Basic Books, 1993.
- PITTMAN, J. Governance across the land–sea interface. *Environ. Sci. Policy*, v. 64, 2016.
- REYNOLDS, J. Teaching methods in hospitality education. *J. Hosp. Tourism Educ.*, v. 34, n. 1, 2022.
- RODRIGUEZ, C. et al. Self-testing as a learning strategy. *Educ. Psychol.*, v. 41, n. 3, 2021.
- SHAHZAD, A. et al. Digital learning in higher education. *Educ. Inf. Technol.*, v. 26, 2021.
- SRINIVASA, K.; KURNI, U.; SARITHA, P. Cross-learning approaches. *Educ. Training*, v. 64, n. 7, 2022.
- TANG, C. Teaching for constructive learning. In: BIGGS, J.; TANG, C. *Teaching for quality learning at university*. Open Univ. Press, 2011.
- TEWARI, M. Problem-based learning for coastal subsidence. *J. Coastal Res.*, v. 37, n. 4, 2021.
- TING, K. Revitalization of coastal areas with PBL. *J. Coastal Conserv.*, v. 25, n. 4, 2021.
- UKWOMA, S.; NGULUBE, P. Challenges of blended learning. *Int. J. Educ. Dev. ICT*, v. 17, n. 1, 2021.
- UNESCO. *UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021–2030)*. UNESCO, 2021.
- VALENTE, J. A. *Sala de aula invertida*. Papirus, 2014.
- VERLEGER, M. The flipped classroom: survey of research. In: *ASEE Proc.* Atlanta, 2013.
- VO, H. M. et al. Blended learning effectiveness: a meta-analysis. *Comput. Educ.*, v. 119, 2017.
- WANG, H. Coastal ecosystem services and sustainability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v. 667, 2021.
- YEW, E. H. J. Problem-based learning: overview. *Health Prof. Educ.*, v. 2, n. 2, 2016.
- YOUNG, M. R. Online versus traditional learning. *J. Instr. Pedagogies*, v. 13, 2014.