

COIMBRA
BUSINESS
SCHOOL

 **iscac** 
Politécnico de Coimbra

**COIMBRA
BUSINESS
SCHOOL**
 **iscac** 
Politécnico de Coimbra

Margarida Antunes

**Inovação Pedagógica no Ensino da Programação:
Mapeamento da Literatura**

Coimbra, junho de 2024



Margarida Antunes

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Trabalho de projeto submetido ao Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Análise de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão**, realizada sob a orientação do Professor Doutor António Trigo.

Coimbra, junho de 2024

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Declaro ser a autora deste trabalho de projeto, que constitui um trabalho original e inédito, que nunca foi submetido a outra Instituição de ensino superior para obtenção de um grau académico ou outra habilitação. Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e que tenho consciência de que o plágio constitui uma grave falta de ética, que poderá resultar na anulação do presente trabalho de projeto.

PENSAMENTO

“I'm a great believer in luck, and I find the harder I work, the more I have of it”.

Thomas Jefferson

DEDICATÓRIA

Este estudo é dedicado a todos os profissionais de educação que fizeram parte da minha jornada académica. Que os contributos retirados deste trabalho de investigação possam auxiliar na identificação de novos caminhos. É também dedicado a todos os alunos e formandos que acompanhei ao longo do meu percurso enquanto profissional de educação. Esta investigação foi desenvolvida para eles e a pensar neles.

Uma dedicatória especial ao meu filho Renato, aluno da atual geração Z, a vivenciar os reais desafios existentes no ensino para conseguir captar a atenção das novas gerações. É por ele que esta investigação ainda faz mais sentido e sem o seu apoio constante e a sua crença incondicional nas minhas capacidades, este trabalho não teria sido possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Fábio, pelo lápis afiado nas aulas que nos levava às gargalhadas, mesmo nos momentos mais duros, pelo apoio e motivação incondicional que sempre me dedicou ao longo desta jornada e pelas mensagens de incentivo enviadas nos momentos mais críticos, que inúmeras vezes me permitiram ganhar força redobrada. À Eliana, pela autenticidade, alegria, partilha e companheirismo, que coloriu de forma tão leve este incrível desafio académico.

Agradeço aos meus amigos, aos que se contam pelos dedos, por compreenderem as minhas ausências, por serem os meus maiores fãs e acreditarem incondicionalmente em mim, mesmo quando o cansaço me impedia de acreditar.

Agradeço à minha família, pelo apoio e compreensão ao longo destes últimos dois anos, em especial à minha mãe que tanto me apoiou nesta jornada. E um enorme agradecimento ao meu filho Renato, pelo apoio incansável, pela compreensão nos momentos mais difíceis, por acreditar em mim e se permitir inspirar e motivar pelo meu esforço e dedicação.

Por fim, agradeço a todos professores deste mestrado, que contribuíram para o meu sucesso académico. E um agradecimento especial ao meu orientador, por ter respeitado o meu tempo, por dedicar sempre palavras de incentivo e por nunca ter duvidado das minhas capacidades.

RESUMO

O ensino tradicional enfrenta inúmeros desafios para captar a atenção e estimular as novas gerações, motivados por métodos de ensino desajustados e que se refletem numa dificuldade global experienciada no setor da educação, principalmente relacionada com a desconexão do ensino tradicional com as recentes necessidades do mundo moderno. Apesar dos esforços dos profissionais de educação, que têm tentado introduzir novas abordagens pedagógicas no ensino para colmatar estas dificuldades, os estudantes mantêm um sentimento geral de desmotivação. Considerando o caso especial do ensino da programação, cada vez mais decisivo na formação das competências necessárias ao mercado de trabalho atual, o principal objetivo desta investigação é identificar metodologias e abordagens pedagógicas que possibilitem melhorar o ensino da programação, de forma a recuperar um verdadeiro envolvimento dos estudantes na aprendizagem e superar as reais dificuldades no ensino. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com um mapeamento de estudos recentes sobre metodologias de ensino, para atingir os objetivos desta investigação e possibilitar um ponto de partida para trabalhos futuros. As conclusões alcançadas apresentam especiais contributos para a área da educação e o mapeamento elaborado permitiu identificar as metodologias de ensino mais investigadas pela comunidade científica. Foi elaborada uma lista com as metodologias que se apresentaram como as mais direcionadas para o ensino específico da programação, o que permitiu concluir que as metodologias de ensino mais referidas nos estudos foram “*educational robotics*”, “*integrative learning*” e “*problem-based learning*”. Nesta investigação, apresenta-se também uma proposta de classificação das metodologias, tendo em conta as suas características e através da ponderação de três dimensões: recursos, implementação e recetividade. Como reflexão final, selecionaram-se algumas metodologias emergentes que se considera que terão enorme potencial para serem utilizadas no ensino da programação, como é o caso de “*agile teaching*”, “*digital educational escape rooms*”, “*game jamming*” e “*work-integrated learning*”.

Palavras-chave: mapeamento, , educação, ensino superior, metodologias de ensino, ensino da programação.

ABSTRACT

Traditional education experiences several challenges when it comes to capturing the attention and stimulating the new generation, that are motivated by rigid teaching methods and reflect a global difficulty in the educational sector, mainly related to the disconnection between traditional teaching and the recent needs of the modern world. Despite the efforts of all the educational professionals, who have tried to introduce new pedagogical approaches to teaching in the hope of overcome these difficulties, the students maintain a general feeling of demotivation. Considering the special case of the programming teaching, which is increasingly decisive in the formation of the skills needed in today's job market, the main objective of this research is to identify methodologies and pedagogical approaches, which make it possible to improve the teaching of programming, with the aim of restore a real involvement of students in their learning and overcome the real difficulties in teaching. A systematic literature review was carried out, mapping recent studies on teaching methodologies with the purpose of achieving the objectives of this research and providing a starting point for future work. The conclusions reached make a special contribution to the field of education and the mapping that was carried out made it possible to identify the teaching methodologies most researched by the scientific community. A list was drawn up with the teaching methodologies that appeared to be most suitable for the programming teaching, which led to the conclusion that the most mentioned in the studies were “educational robotics”, “integrative learning” and “problem-based learning”. This research also presents a classifying proposal for those methodologies, considering their characteristics and weighing up three dimensions: resources, implementation and receptiveness. As a final reflection, some emerging methodologies were selected that we consider having great potential to be used for programming education, such as “agile teaching”, “digital educational escape rooms”, “game jamming” and “work-integrated learning”.

Keywords: mapping, education, higher education, teaching methodologies, programming education.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	1
1 METODOLOGIA.....	5
1.1 Planeamento (<i>Planning</i>)	5
1.2 Execução (<i>Conducting</i>)	5
1.3 Comunicação (<i>Reporting</i>).....	6
2 PLANEAMENTO	8
2.1 Questões de Investigação.....	9
2.2 Estratégia de Pesquisa	9
2.2.1 Critérios de Inclusão de Termos.....	10
2.2.2 Critérios de Exclusão de Termos.....	11
2.2.3 Critérios de Inclusão de Estudos	12
2.3 Critérios de Seleção de Estudos	13
2.3.1 Critérios de Inclusão	13
2.3.2 Critérios de Exclusão.....	14
3 EXECUÇÃO	16
3.1 Primeira Iteração.....	17
3.2 Segunda Iteração.....	23
4 COMUNICAÇÃO	29
4.1 Primeira Iteração.....	29
4.2 Segunda Iteração.....	31
4.2.1 Metodologias Identificadas.....	32
4.2.2 Principais Metodologias Identificadas.....	35

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

4.3	Resposta às Questões de Investigação.....	41
4.3.1	Questão de Investigação 1	41
4.3.2	Questão de Investigação 2	43
4.4	Proposta de Classificação das Metodologias.....	44
4.4.1	Dimensão Recursos	45
4.4.2	Dimensão Implementação	45
4.4.3	Dimensão Recetividade	45
4.4.4	Classificação Global	45
4.5	Reflexão.....	47
	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICES	64
	APÊNDICE 1. RESUMO DAS METODOLOGIAS DE ENSINO	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Rede de palavras obtida em <i>VOSviewer</i>	10
Figura 2.2. Rede final de palavras em <i>VOSviewer</i>	13
Figura 3.1. Publicações por ano (<i>Scopus</i>)	16
Figura 3.2. Fluxograma inicial da RSL	18
Figura 3.3. 1ª iteração: Publicações por ano.....	19
Figura 3.4. 1ª iteração: Publicações por tipo	19
Figura 3.5. 1ª iteração: Âmbito geográfico - Continentes	20
Figura 3.6. 1ª iteração: Número de publicações por continente	20
Figura 3.7. 1ª iteração: Âmbito geográfico - Países	21
Figura 3.8. 1ª iteração: Top 10 países com maior número de publicações.....	21
Figura 3.9. 1ª iteração: Publicações por valência educativa.....	22
Figura 3.10. 1ª iteração: Publicações por área curricular	22
Figura 3.11. Fluxograma final da 1ª iteração.....	23
Figura 3.12. Fluxograma final da RSL.....	24
Figura 3.13. Gráfico de funil da RSL	25
Figura 3.14. 2ª iteração: Publicações por ano.....	25
Figura 3.15. 2ª iteração: Publicações por tipo	25
Figura 3.16. 2ª iteração: Âmbito geográfico - Continentes	26
Figura 3.17. 2ª iteração: Número de publicações por continente	26
Figura 3.18. 2ª iteração: Âmbito geográfico - Países	27
Figura 3.19. 2ª iteração: Países com mais do que uma publicação	27
Figura 3.20. 2ª iteração: Publicações por valência educativa.....	28
Figura 3.21. 2ª iteração: Publicações por área curricular	28

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Figura 4.1. 1ª iteração: Top 10 metodologias	30
Figura 4.2. 2ª iteração: Top 10 metodologias	35
Figura 4.3. Metodologias classificadas por recursos, implementação e recetividade	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Tabela síntese das metodologias identificadas	32
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS E SIGLAS

API - *Application Programming Interfaces*

AR - *Augmented Reality*

DEER - *Digital Educational Escape Rooms*

EER - *Educational Escape Rooms*

EPC - *Experiment Centric Pedagogy*

GIS - *Geographic Information System*

ICPEC - *International Computer Programming Education Conference*

IoT - *Internet of Things*

ITS - *Intelligent Tutoring Systems*

LCE - *Learner-Centered Education*

MOOCs - *Massive Open Online Courses*

PbD - *Programming-by-Demonstration*

RSL - *Revisão Sistemática de Literatura*

SPOCs - *Small Private Online Courses*

SRL - *Self-Regulated Learning*

STEAM - *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*

STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

TEL - *Technology-Enhanced Learning*

VR - *Virtual Reality*

WIL - *Work-Integrated Learning*

INTRODUÇÃO

O ensino tradicional tem enfrentado inúmeros desafios ao longo dos anos. Com a massificação das novas tecnologias e a transição para a era digital, vários têm sido os desafios que o setor educativo tem encontrado para captar a atenção e motivar as novas gerações, cada vez mais necessitadas de contacto digital e simplificação de procedimentos longos e morosos. A maioria dos estudantes universitários atuais pertence à geração Z (Daukseviciute, 2016; Rothman, 2014), um grupo fortemente marcado pela presença da internet e que possui um domínio das tecnologias superior ao das gerações anteriores, com as quais se encontra intimamente ligado (Prensky, 2001b). São adeptos da praticidade, independentes e autodidatas, nativos digitais (Prensky, 2001a), sempre conectados, uma geração hiper cognitiva com a capacidade de vivenciar várias realidades em simultâneo, embora o seu tempo de atenção seja muito breve pois estão habituados a obter rápidas respostas. No ambiente académico, estes alunos procuram uma experiência semelhante à do seu ambiente pessoal, com alta interatividade e fluidez de processos, ambientes fortemente relacionados com as novas tecnologias, que incluam jogos interativos e ensino virtual (Vizcaya-Moreno & Pérez-Cañaveras, 2020). Preferem aprender de forma mais autónoma e flexível, em que a possibilidade de experimentação lhes seja permitida sem que exista, sempre, um carácter punitivo associado (Jean M. Twenge, 2017; Oblinger, 2004).

A dificuldade global experienciada no ensino está maioritariamente relacionada com a desconexão do ensino tradicional com as necessidades do mundo moderno. Nas últimas décadas, poucas têm sido as reais alterações nas metodologias e abordagens pedagógicas, que permanecem profundamente enraizadas no sistema educativo português. Esse sistema não tem conseguido evoluir à mesma velocidade vertiginosa que o mundo atual tem evoluído e, com ele, os estudantes. Consequentemente, a estagnação das metodologias de ensino tem provocado uma forte desmotivação e condicionado a aprendizagem plena dos estudantes do século XXI. Frequentemente baseado em métodos unidirecionais e na memorização das informações (Deci et al., 1991), o ensino tradicional enfrenta, assim, o desafio de se aliar às novas tecnologias para competir pela atenção das gerações mais

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

jovens, ao procurar a simplificação de procedimentos e criar contextos mais dinâmicos e adaptados às necessidades dos alunos do mundo moderno (Grace-Bridges, 2019).

Assim, as novas tecnologias têm-se revelado as maiores aliadas na renovação do ensino, em particular nas áreas STEM/STEAM (em inglês, acrónimos de *Science, Technology, Engineering and Mathematics* e *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), ao permitir a criação de estratégias pedagógicas diferenciadas e inovadoras. Oferecem, portanto, uma maior personalização, flexibilidade e adaptação dos conteúdos às necessidades individuais dos alunos. Com plataformas digitais e aplicações educativas, o ensino poderá ser mais flexível, e permitirá que o aluno avance ao próprio ritmo, enquanto tem acesso a recursos adicionais que o auxiliam a aprofundar os seus conhecimentos (Hainline et al., 2010).

O ensino da programação é considerado por Caspersen e Bennedsen (2007) um dos sete grandes desafios da educação computacional. À semelhança de todo o ensino tradicional, o ensino da programação, cada vez mais crucial na formação das competências necessárias ao mercado de trabalho atual, enfrenta dificuldades com estas novas gerações e a escassez de alunos nesta área é um problema relevante em Portugal e em muitos outros países.

A teoria da autodeterminação (Deci et al., 1991; Deci & Ryan, 2000) é uma abordagem psicológica que procura compreender os fatores que motivam o comportamento humano e promovem o seu bem estar. No contexto do ensino, esta teoria destaca a importância de criar um ambiente de aprendizagem que satisfaça as necessidades psicológicas dos estudantes e promova a sua motivação. Um dos pontos centrais é a promoção da autonomia dos estudantes, ao permitir a tomada de decisões e a participação ativa no processo de aprendizagem. É salientada, ainda, a importância de desenvolver as suas competências, através do *feedback* construtivo, oportunidades de desenvolvimento e desafios adequados às suas capacidades. Quando esses princípios são aplicados no ensino, é possível alcançar um maior envolvimento dos estudantes, melhor desempenho académico e uma experiência educativa mais gratificante.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

São várias as teorias em torno dos fatores considerados essenciais numa educação eficaz, como fornecer *feedback*, organizar as tarefas por grau de complexidade, criar conteúdos personalizados (Dicheva et al., 2015) ou oferecer suporte ao estudante em tempo real (Verdú et al., 2012). Ao longo do tempo, foi difundida a ideia entre os estudantes de que as metodologias utilizadas no ensino tradicional eram inúteis e aborrecidas e os professores têm tentado introduzir novas abordagens pedagógicas no ensino para inverter essa perceção. Apesar dessas iniciativas, os estudantes mantêm um sentimento geral de desmotivação (Dicheva et al., 2015).

A motivação fundamental deste estudo está relacionada com a unidade curricular de Programação para Ciência de Dados do Mestrado em Análise de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão, a ser atualmente lecionada na Coimbra Business School | ISCAC, e que constitui a principal base introdutória na linguagem de programação *Python*. Considerando que a maioria dos estudantes são recém-licenciados, pertencentes à geração Z (DGES, 2024), e que o mestrado acolhe estudantes das mais variadas áreas académicas, o que constitui um fator de dificuldade acrescida aos constrangimentos generalizados já identificados nas metodologias de ensino tradicionais, torna-se cada vez mais relevante a introdução de novas abordagens e metodologias de ensino.

Destarte, o principal objetivo deste estudo é identificar metodologias e abordagens pedagógicas que tenham sido recomendadas, analisadas e desenvolvidas, que possam ser aplicadas no ensino da programação e que permitam recuperar um verdadeiro envolvimento dos estudantes na aprendizagem e superar as reais dificuldades no ensino. Concomitantemente, também se pretende selecionar as metodologias de ensino que se identifiquem como as mais indicadas, pelas suas características, para serem utilizadas nas aulas de programação.

Para prosseguir com os objetivos desta investigação e possibilitar um ponto de partida para trabalhos futuros sobre este tema, será realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com um mapeamento de estudos recentes sobre metodologias de ensino inovadoras.

Este trabalho está organizado em seis capítulos.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

O presente capítulo, que corresponde à introdução, apresenta o enquadramento do tema, as principais motivações e objetivos de investigação, e a estrutura do documento.

No primeiro capítulo é apresentada a metodologia de RSL que será seguida, com a indicação e um breve resumo das etapas a considerar, e que será aplicada ao longo de todo o trabalho de investigação.

O segundo capítulo apresenta a primeira etapa da RSL, o planeamento, onde são referidos os principais objetivos, formuladas as questões de investigação, elaborada a estratégia de pesquisa e definidos os critérios de inclusão e exclusão para a seleção dos estudos.

No terceiro capítulo é apresentada a execução da RSL, com a concreta execução da estratégia de pesquisa elaborada no capítulo anterior, e a efetiva seleção dos estudos por aplicação dos critérios de inclusão e exclusão definidos.

O quarto capítulo contém a última etapa da RSL, a comunicação, onde se apresenta a análise e discussão dos resultados obtidos, as respostas às questões de investigação, uma proposta de classificação de metodologias e uma breve reflexão final.

No último capítulo, são apresentadas as conclusões retiradas desta investigação e os principais contributos, as limitações identificadas e uma consideração relativa aos trabalhos futuros a desenvolver que se encontrem relacionados com o tema abordado.

1 METODOLOGIA

Em concordância com os objetivos descritos e a motivação associada ao desenvolvimento desta investigação, foi utilizada a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) que permitiu elaborar uma revisão de literatura de forma sistematizada, para identificar e avaliar a produção científica pertinente para o tema em análise, resumir os estudos existentes e disponibilizar informações essenciais para novas investigações (Webster & Watson, 2002). Neste estudo, foram seguidas as linhas orientadoras de Kitchenham (2004), que detalha a importância e as vantagens da RSL em engenharia de *software* e estabelece um procedimento claro, de fácil reprodução e altamente eficiente para a sua execução (Kitchenham, 2007).

Este procedimento evidencia três etapas fundamentais: planeamento, execução e comunicação (dos termos originais, *planning*, *conducting* e *reporting*).

1.1 Planeamento (*Planning*)

A etapa de planeamento é essencial para garantir a objetividade, facilidade de reprodução e validade da RSL. É a fase inicial do processo, em que se deve definir, de forma clara, o motivo pelo qual a RSL é necessária: se por existir lacunas na literatura, ou pela necessidade de sistematizar estudos muito dispersos ou, também, para fornecer uma visão abrangente de um determinado tema.

Deve ser definido um protocolo de revisão para diminuir o enviesamento da investigação e garantir que é efetuada de forma rigorosa. Para tal, estabelecem-se objetivos claros e específicos, formulam-se as questões de investigação, que irão guiar todo o processo, definem-se critérios claros de inclusão e exclusão de estudos, para assegurar que apenas os estudos relevantes são considerados, e elaboram-se uma estratégia de pesquisa detalhada.

1.2 Execução (*Conducting*)

A fase da execução ocorre após a etapa de planeamento e é fundamental para recolher e organizar os dados de forma rigorosa e sistemática.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Deve ser seguida a estratégia de pesquisa que foi descrita na etapa anterior (1.1) e os resultados devem ser devidamente documentados, de forma detalhada, incluindo as bases de dados consultadas, os termos de pesquisa e a quantidade de estudos encontrados.

São aplicados os critérios de inclusão e exclusão definidos na primeira etapa para selecionar os estudos que serão incluídos na revisão, sendo que todas as decisões de inclusão e exclusão devem ficar documentadas para garantir a transparência do processo de seleção.

A recolha de dados relevantes dos estudos em análise deve ser efetuada de forma sistemática e consistente, para garantir que são recolhidos todos os dados necessários para cada estudo e assegurar que os dados extraídos são precisos e completos. Deve ser efetuada uma síntese dos dados, que pode ser qualitativa ou quantitativa (meta-análise), análise e integração de resultados, com a descoberta de padrões, tendências e elaboração de conclusões baseadas na síntese efetuada.

Esta é a etapa onde ocorre a maior parte do trabalho de recolha dos dados e é crucial que seja realizada com rigor e atenção ao detalhe para assegurar que a revisão é abrangente, precisa e confiável.

1.3 Comunicação (*Reporting*)

A fase final da revisão sistemática é determinante para a comunicação dos resultados de forma clara, transparente e útil para a comunidade científica. Os resultados devem ser estruturados e resumidos, com a apresentação da síntese dos dados e as respostas às questões de investigação.

A apresentação de resultados deve ser feita através de tabelas e figuras, de forma clara e concisa, e pode incluir fluxogramas do processo de seleção dos estudos, tabelas das características dos estudos incluídos, e uma síntese a explicar como os dados foram agrupados e interpretados. Devem ainda ser consideradas as limitações do estudo e o seu impacto nos resultados e nas conclusões da revisão.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Esta etapa é fundamental para garantir que os resultados da RSL são comunicados de forma eficaz e útil. Todo o processo deve ser detalhado o suficiente para permitir a total reprodução e a verificação dos resultados por outros investigadores.

O desenvolvimento das três etapas da RSL será apresentado nos capítulos seguintes.

2 PLANEAMENTO

Este capítulo apresenta a etapa de planeamento da RSL, descrita na secção 1.1 do capítulo 1, e está dividido em três secções. Na primeira secção, são apresentadas as questões de investigação formuladas. Na segunda secção, é descrita a estratégia de pesquisa, com a identificação de critérios de exclusão e inclusão aplicados. A última secção apresenta os critérios de seleção dos estudos.

O principal objetivo desta investigação é identificar metodologias e abordagens pedagógicas que tenham sido recomendadas, analisadas e desenvolvidas que possam ser aplicadas no ensino da programação. Em simultâneo, também se pretende selecionar, dessas metodologias, as mais indicadas, pelas suas características, para serem utilizadas nas aulas de programação.

É essencial compreender a distinção e a interligação entre diferentes níveis de instrumentos pedagógicos: abordagens educativas, metodologias de ensino, técnicas e ferramentas, e aplicações tecnológicas (Garrison & Anderson, 2003). A compreensão destes conceitos interligados é fundamental para desenvolver práticas pedagógicas que sejam teoricamente sólidas e efetivamente aplicáveis. Abordagens educativas são os princípios teóricos que guiam a prática educativa, que constituem a base e influenciam a escolha de metodologias específicas, de que é exemplo o construtivismo (Dewey, 2024; Vygotsky, 1978). Dentro dessas abordagens educativas mais amplas, encontram-se as metodologias de ensino, que são práticas específicas derivadas dessas abordagens e aplicadas no processo educativo, como é o caso da aprendizagem baseada em projetos que exemplifica como os princípios teóricos são traduzidos em práticas pedagógicas (Kolb, 1984). Para potenciar essas metodologias, melhorar o ensino e a aprendizagem, utilizam-se diversas técnicas e ferramentas, como é o caso da gamificação (Kapp, 2012). Por fim, as aplicações tecnológicas ocupam um papel fundamental ao facilitar a implementação dessas metodologias e técnicas (Garrison & Anderson, 2003).

Para esta investigação, e considerando a utilização comum, em contextos educativos, do termo metodologia em sentido lato, aplicado a todo e qualquer instrumento relacionado

com práticas pedagógicas, optou-se por utilizar os termos metodologias e abordagens de forma ampla, sem considerar as correspondentes distinções.

Para atingir os objetivos descritos, foi realizada uma RSL, com um mapeamento de estudos recentes sobre metodologias de ensino inovadoras, para possibilitar um ponto de partida para trabalhos futuros sobre este tópico.

2.1 Questões de Investigação

Em conformidade com os objetivos descritos, foram formuladas as seguintes questões de investigação:

- QI1: Quais as metodologias e abordagens pedagógicas que têm sido identificadas, testadas e desenvolvidas e que podem ser aplicadas no ensino da programação?
- QI2: Dessas metodologias, quais serão as mais indicadas, pelas suas características, para serem utilizadas nas aulas de programação?

2.2 Estratégia de Pesquisa

Considerando a amplitude do tema em análise, para a definição da expressão de pesquisa nas bases de dados a consultar optou-se por uma estratégia de identificação de palavras-chave, relevantes ou relacionadas, através de uma breve análise em *VOSviewer*, um *software* de visualização de redes bibliométricas (VOSviewer, 2024), que permitiu investigar a rede de palavras associada aos termos principais e possibilitou a redefinição dos filtros e dos critérios de inclusão e exclusão da pesquisa de forma mais rigorosa.

Assim, foi efetuada uma pesquisa abrangente na base de dados *Scopus* com a seguinte expressão:

```
TITLE-ABS-KEY ( ( programming OR stem OR steam ) AND ( education* OR teach* OR learn* OR classroom OR school ) AND ( methodology ) ).
```

O ficheiro que continha 10744 documentos foi exportado, com informação do resumo e palavras-chave do autor. Na análise em *VOSviewer*, foram consideradas as palavras com número mínimo de 35 ocorrências, que resultaram na rede que consta na Figura 2.1.

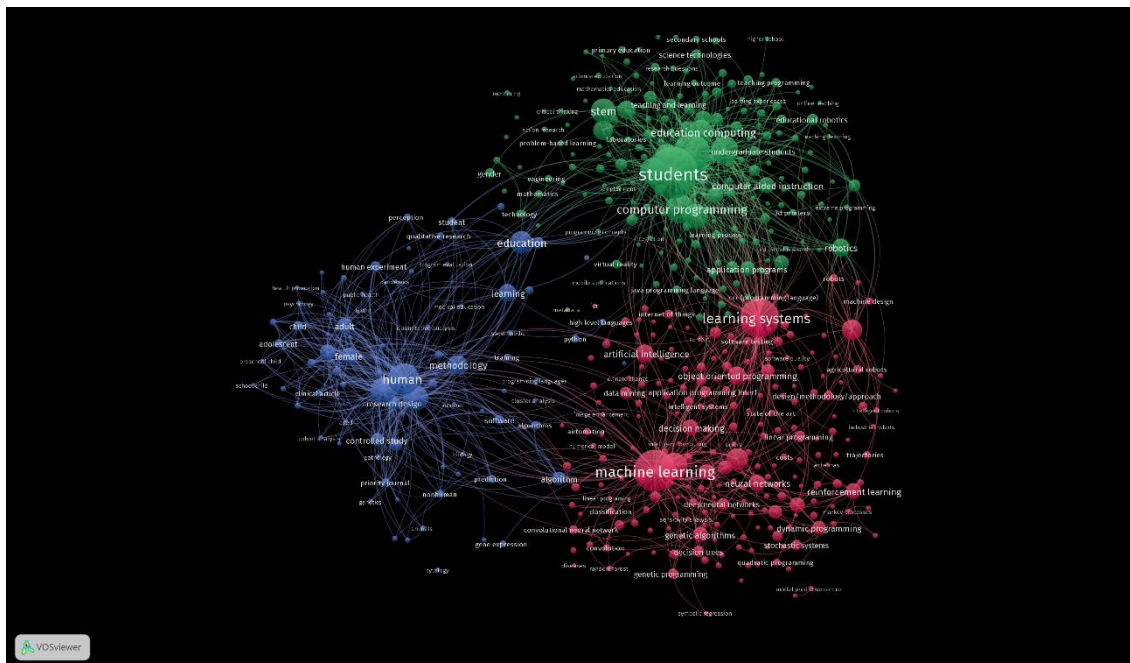


Figura 2.1. Rede de palavras obtida em VOSviewer

Analisada a rede de palavras obtida, foi identificada a necessidade de redefinir a expressão de pesquisa original, de acrescentar mais palavras relevantes ou relacionadas e de excluir determinados termos dos resultados, tais como “covid”, “data mining”, entre outros termos que ocultavam, em grande parte, os verdadeiros resultados que se pretendiam alcançar.

2.2.1 Critérios de Inclusão de Termos

Após várias redefinições e novas análises às redes de palavras, a expressão base da pesquisa foi ajustada da seguinte forma:

TITLE-ABS-KEY ((new OR novel OR innovat*) PRE/O (method* OR approach*) AND (programming OR stem OR steam) AND (education* OR teach* OR learn* OR classroom OR school OR pedagog*)*

A pesquisa foi efetuada com os termos em inglês uma vez que a maior parte da produção científica existente é produzida nessa língua. Esta abordagem também permitiu ter uma visão mais abrangente sobre o tema.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

A expressão de pesquisa incluiu termos como método, metodologia ou abordagem (“*method* OR approach*”) por serem palavras utilizadas como referência a metodologias. A mesma lógica foi seguida para incluir termos como educação, ensino, aprendizagem, sala de aula, escola ou pedagogia (“*education* OR teach* OR learn* OR classroom OR school OR pedagog**”), considerando que são termos referentes a ambientes de aprendizagem. A pesquisa foi direcionada para as disciplinas de programação e para as áreas STEM/STEAM, considerando que a programação poderá estar incluída nas áreas de tecnologia e engenharia de cada um dos acrónimos dessas abordagens educativas.

Foi incluído o *wild card operator* (*) na maioria dos termos utilizados na expressão de pesquisa para permitir a inclusão das variações de cada palavra (tais como *education* ou *educational*, no caso do termo “*education**”). Relativamente à palavra *classroom*, foi decidido utilizar a palavra completa em vez do termo mais abrangente (“*class**”), uma vez que a pesquisa retornava demasiados artigos relacionados com classes de programação.

O operador de proximidade (“*PRE/0*”) foi utilizado entre as palavras relacionadas com novas ou inovadoras (“*new OR novel* OR innovat**”) e as relacionadas com metodologias (“*method* OR approach*”) para garantir a inclusão dessas palavras apenas se estivessem juntas e por essa ordem.

2.2.2 Critérios de Exclusão de Termos

Na rede de palavras apresentada na Figura 2.1, identificou-se que existiam vários termos que se sobressaíam e destacavam, tais como “*covid*”, “*data mining*”, entre outros, e que ocultavam os resultados que se pretendiam obter. Desta forma, foram aplicadas condições de exclusão diretamente sobre os termos que se pretendiam excluir e foi acrescentada a seguinte condição à expressão base:

AND NOT ("covid-19" OR "data-mining" OR "neural network" OR "machine-learning" OR "deep-learning" OR reinforce* OR algorithm* OR genetic OR clustering OR classification OR optimization* OR graph* OR cybersecurity))*

2.2.3 Critérios de Inclusão de Estudos

Os seguintes critérios de inclusão foram acrescentados para delimitar os estudos apresentados nos resultados:

- Estudos publicados nos últimos cinco anos, de 2019 a 2023;
- Artigos de conferência ou revista;
- Estudos das áreas de ciências da computação e engenharia;
- Estudos redigidos em inglês ou português.

Estes critérios foram incluídos após aplicação das condições de exclusão:

AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE,"cp")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA,"COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA,"ENGI")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE,"English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE,"Portuguese"))

A expressão de pesquisa, totalmente redefinida e reajustada, foi utilizada na *Scopus*, na pesquisa avançada, e devolveu 390 documentos. Da análise à rede de palavras obtida desse resultado, importada para visualização em *VOSviewer* (Figura 2.2), concluiu-se que a pesquisa estava corretamente direcionada.

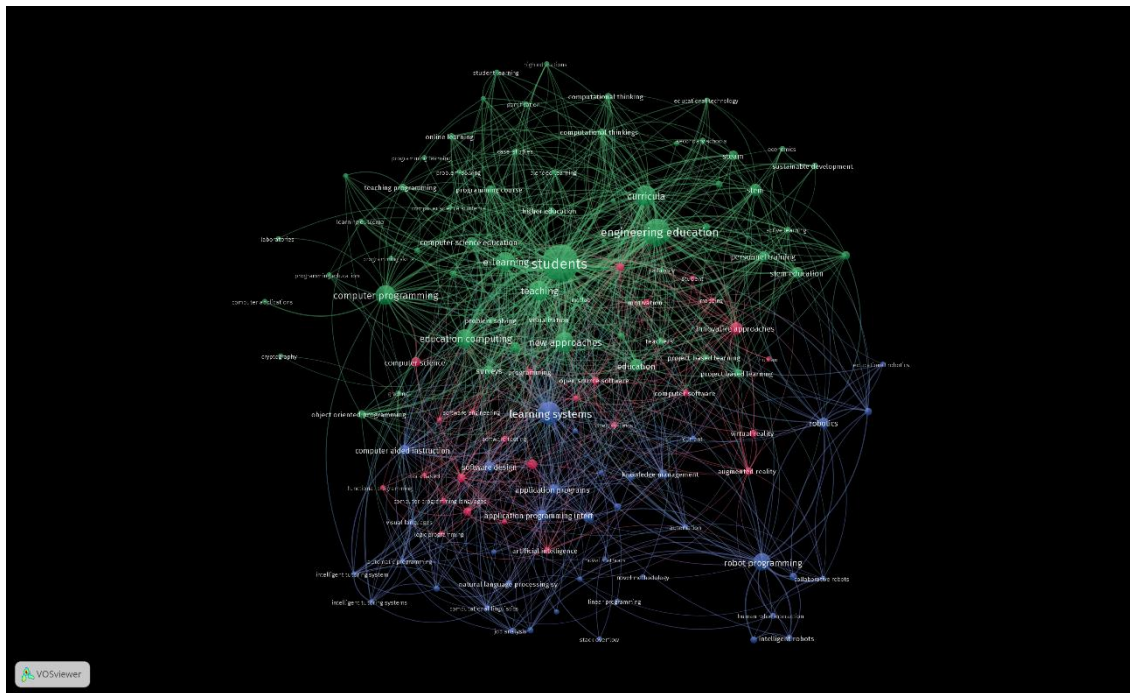


Figura 2.2. Rede final de palavras em VOSviewer

2.3 Critérios de Seleção de Estudos

Os 390 estudos apresentados no resultado foram alvo de análise e de seleção, de acordo com os critérios definidos nesta secção.

A seleção das publicações foi concluída em duas iterações. Na primeira iteração, os artigos foram selecionados com base na informação do título, do resumo e das palavras-chave de cada estudo. Na segunda iteração, o capítulo da introdução foi lido na íntegra (dos estudos não excluídos na primeira iteração) e a seleção final foi efetuada com suporte nessa informação.

2.3.1 Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão foram definidos em concordância com as questões de investigação formuladas na secção 2.1. Assim, na seleção efetuada, foram incluídos os estudos com identificação de técnicas ou metodologias que podiam ser utilizadas como abordagens aplicadas ao ensino da programação.

2.3.2 Critérios de Exclusão

Dos estudos apresentados para análise, foram excluídas situações de:

- Publicações duplicadas;
- Na primeira iteração:
 - Estudos fora de âmbito:
 - Em que o tema principal não se enquadrava com o propósito do estudo em apreço: exploração de poços de petróleo, medicina, sustentabilidade, estudos em âmbito laboral, entre outros;
 - Com temas mais específicos que não se podiam relacionar com metodologias de ensino: inteligência artificial e modelos de aprendizagem, robótica industrial, API's (do inglês, *Application Programming Interfaces*), programas aeroespaciais, otimização ou outros;
 - Estudos com temas desenquadrados e que não podiam ser considerados como abordagens ou metodologias aplicadas ao ensino da programação: educação inclusiva/acessível, desenvolvimento de professores, ética, comportamento humano, entre outros.
- Na segunda iteração:
 - Artigos totalmente ou parcialmente indisponíveis para consulta, de acordo com as permissões de acesso das publicações;
 - Estudos fora de âmbito, não identificados na primeira iteração (de acordo com os mesmos critérios);
 - Estudos com principal foco:
 - Em temas ou momentos educativos demasiados específicos: avaliação, ensino personalizado, recursos tecnológicos ou softwares, utilização de redes sociais, entre outros;
 - Em áreas ou ferramentas demasiado específicas, em que não seria possível dissociar a análise da área em questão para extrapolar para o ensino da programação: diversidade, representatividade,

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

inclusão, sustentabilidade, idiomas, ciências sociais, eletrónica, *Geographic Information System (GIS)*, entre outros;

- Em valências ou âmbitos educativos mais restritos: ensino básico, controlo e gestão educativa ou formação de professores.

Os critérios de seleção dos estudos foram aplicados e os resultados serão analisados nas próximas etapas da RSL, descritas nos capítulos seguintes.

3 EXECUÇÃO

Neste capítulo, é apresentada a etapa de execução da RSL, descrita na secção 1.2 do capítulo 1. O presente capítulo está dividido em duas secções, uma para cada iteração da RSL.

Foi utilizada a estratégia de pesquisa definida na etapa de planeamento (1.1) para permitir uma investigação do estado da arte, através de um mapeamento das metodologias e abordagens que têm sido investigadas para o ensino da programação.

Todas as visualizações apresentadas são de autoria própria, com recurso ao *software* de análise de dados *Power BI* (*Microsoft Power BI*, 2024), com exceção dos fluxogramas apresentados, que foram desenhados no *software* de desenho gráfico *Draw.io* (*Draw.io*, 2024).

Analisados os 390 documentos retornados pela pesquisa, e através da análise de resultados disponível na *Scopus*, identificou-se que 2023 foi o ano com maior produção científica nesta temática, com 88 estudos publicados, em contraposição com o ano de 2021, que contou apenas com 64 publicações (Figura 3.1).



Figura 3.1. Publicações por ano (Scopus)

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

As três áreas em que essa investigação apresentou uma maior concentração foram Ciências da Computação, Engenharia e Ciências Sociais. Os países que mais contribuíram para a produção científica nesta temática foram os Estados Unidos, a China e a Alemanha, enquanto Portugal ocupa a décima primeira posição, com 13 artigos publicados nos últimos 5 anos. Dos 390 documentos, 119 eram artigos de revista e os restantes 271, publicações em conferências.

3.1 Primeira Iteração

Foi efetuada a primeira iteração para seleção de artigos e foram aplicados os critérios de exclusão definidos na subsecção 2.3.2.

Identificaram-se, através de análise manual, 9 artigos duplicados que foram excluídos. A análise dos restantes 381 documentos foi baseada nos campos título, resumo e palavras-chaves do autor. Foram consideradas fora de âmbito desta investigação 124 publicações, com as seguintes fundamentações:

- Estudos em que o tema principal não se enquadrava com o propósito do estudo em apreço: exploração de poços de petróleo, medicina, sustentabilidade, estudos em âmbito laboral, entre outros;
- Estudos que apresentavam temas mais específicos que não se podiam relacionar com metodologias de ensino: inteligência artificial e modelos de aprendizagem, robótica industrial, API's (do inglês, *Application Programming Interfaces*), programas aeroespaciais, otimização ou outros.

O processo de seleção inicial resultou em 257 documentos (Figura 3.2).

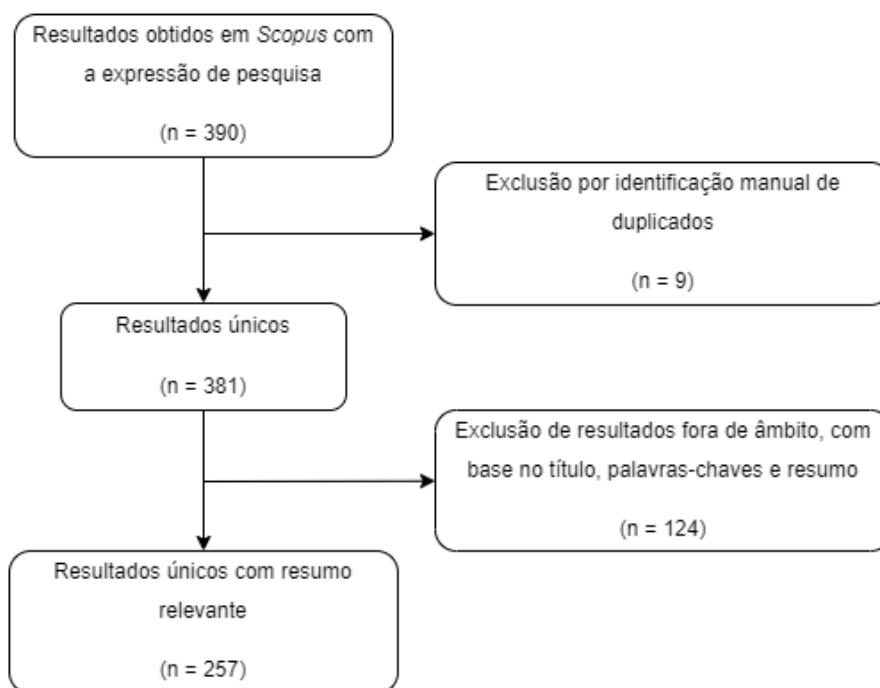


Figura 3.2. Fluxograma inicial da RSL

Os 257 documentos considerados relevantes para uma análise mais aprofundada foram catalogados de acordo com as seguintes características:

- Tipo de investigação: se se tratava de estudos de literatura ou outros estudos;
- Âmbito geográfico de aplicação do estudo, país e continente:
 - Nos casos em que não era especificamente referido o âmbito geográfico, foi considerada a filiação dos autores, quando era possível agregar esses dados em termos geográficos; as situações em que não foi possível efetuar essa agregação, foram consideradas como âmbito “Global/Não especificado”;
 - Os casos de estudos de literatura foram considerados como “Global/Não especificado”;
 - O continente americano foi dividido em América do Norte e América do Sul, para permitir destacar a América do Norte, onde predominam estes estudos de investigação;
- Valência educativa, que correspondia ao nível de ensino em que foi implementado o estudo:

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

- Os casos em que não foi possível identificar a valência educativa do estudo foram considerados como “Transversal/Não especificado”;
- Área curricular associada a cada estudo:
 - Os casos em que não foi possível identificar a área curricular associada ao estudo foram considerados como “Transversal/Não especificado”;
- O tema principal e um tema adicional;
- Se os temas identificados poderiam ser considerados como abordagens ou metodologias aplicadas ao ensino da programação.

Apresenta-se, seguidamente, a macro análise relativa a essas publicações.

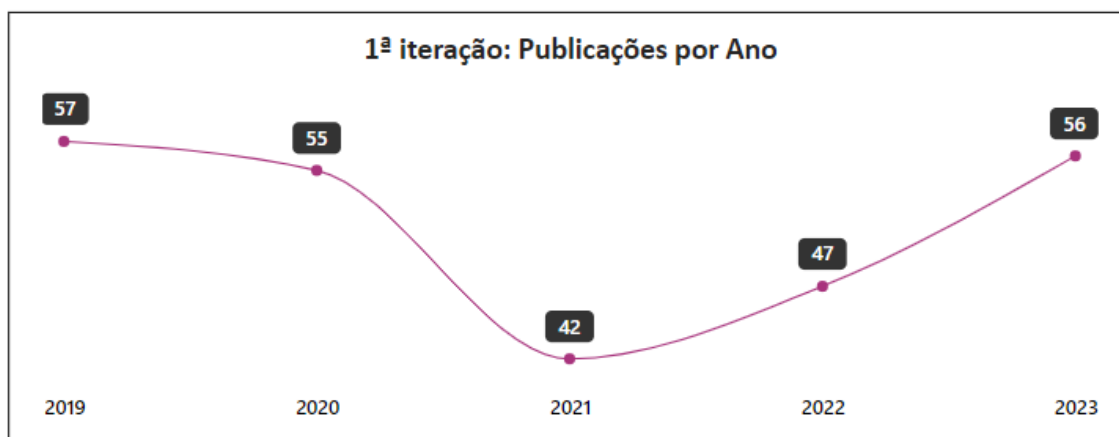


Figura 3.3. 1ª iteração: Publicações por ano



Figura 3.4. 1ª iteração: Publicações por tipo

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

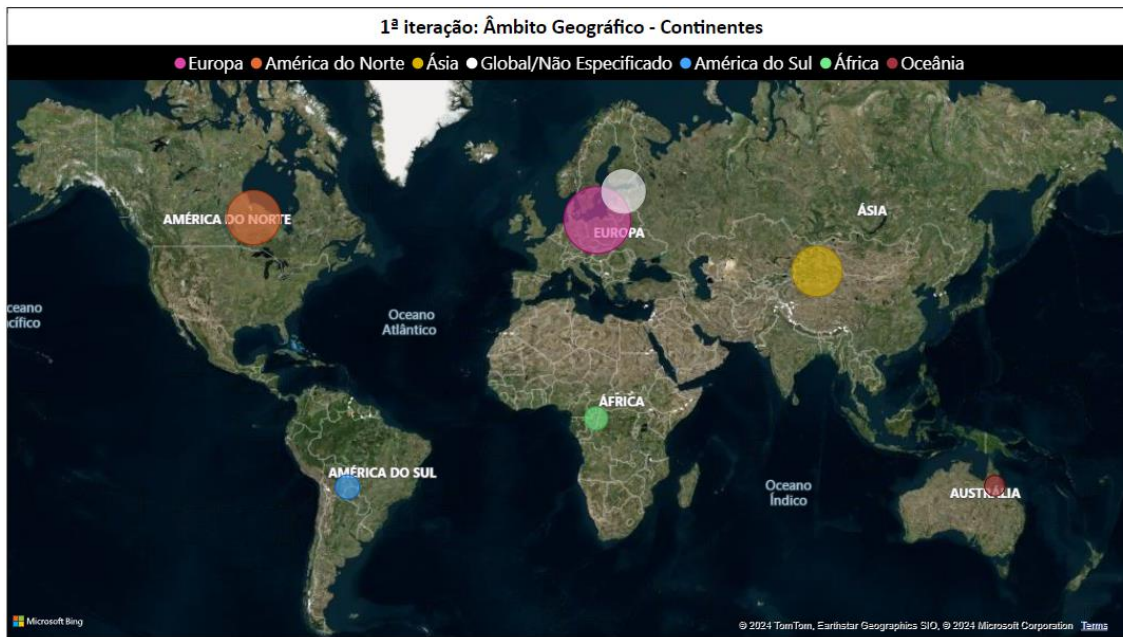


Figura 3.5. 1ª iteração: Âmbito geográfico - Continentes

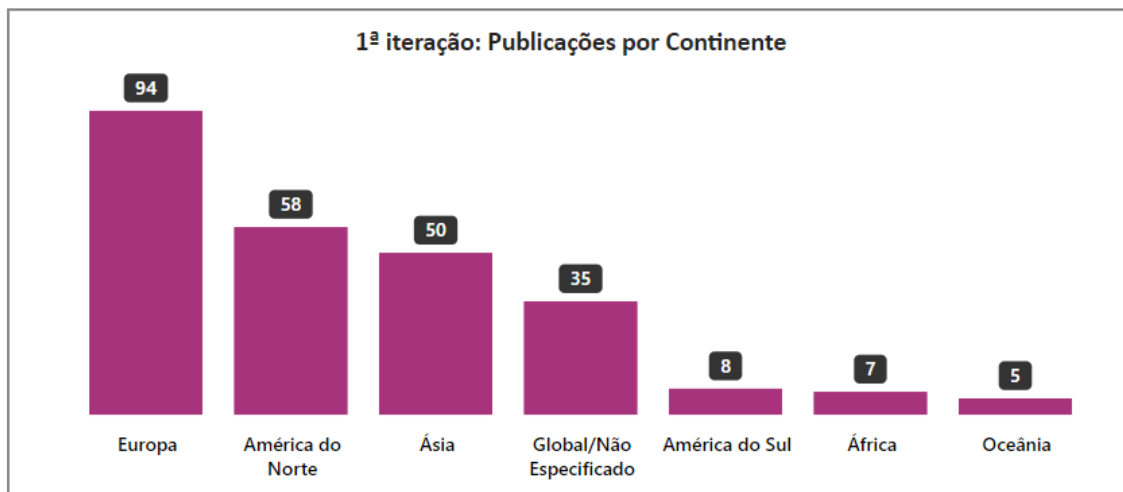


Figura 3.6. 1ª iteração: Número de publicações por continente

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

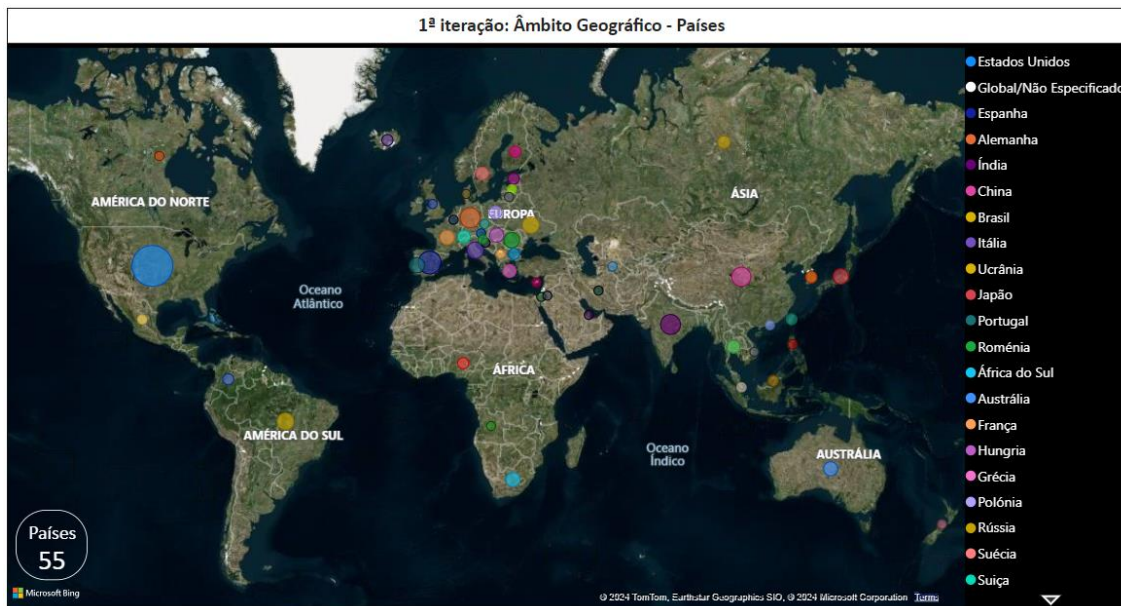


Figura 3.7. 1ª iteração: Âmbito geográfico - Países

De referir que os 3 países onde decorreram o maior número de estudos foram os Estados Unidos, com 54 estudos, Espanha, com 14, e Alemanha, com 10. Portugal apresenta 5 estudos realizados, nesta análise (Figura 3.8).

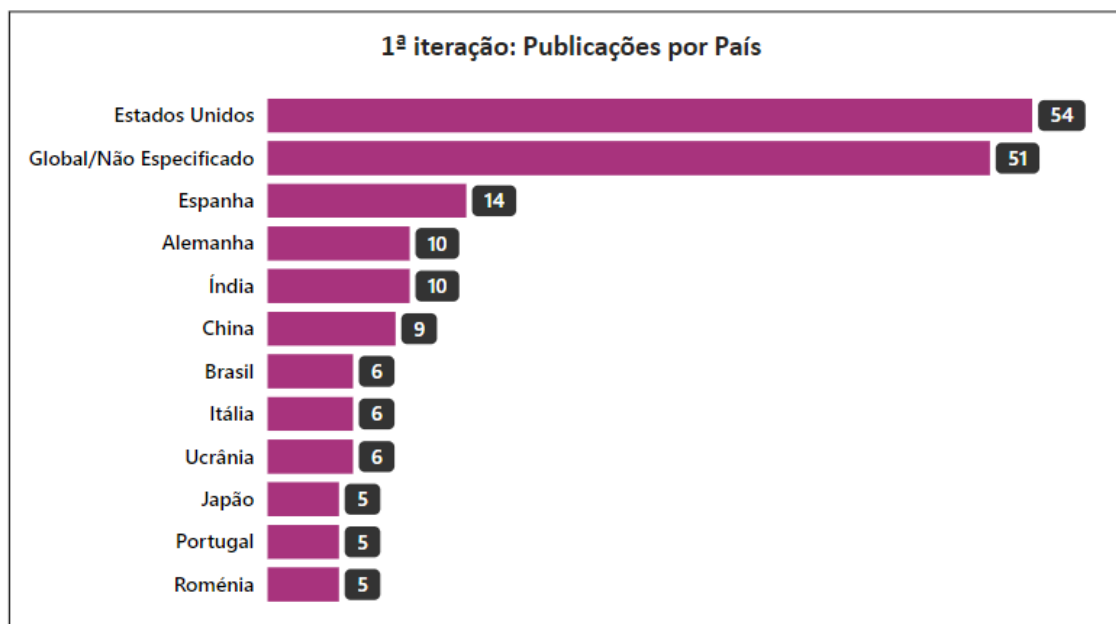


Figura 3.8. 1ª iteração: Top 10 países com maior número de publicações

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

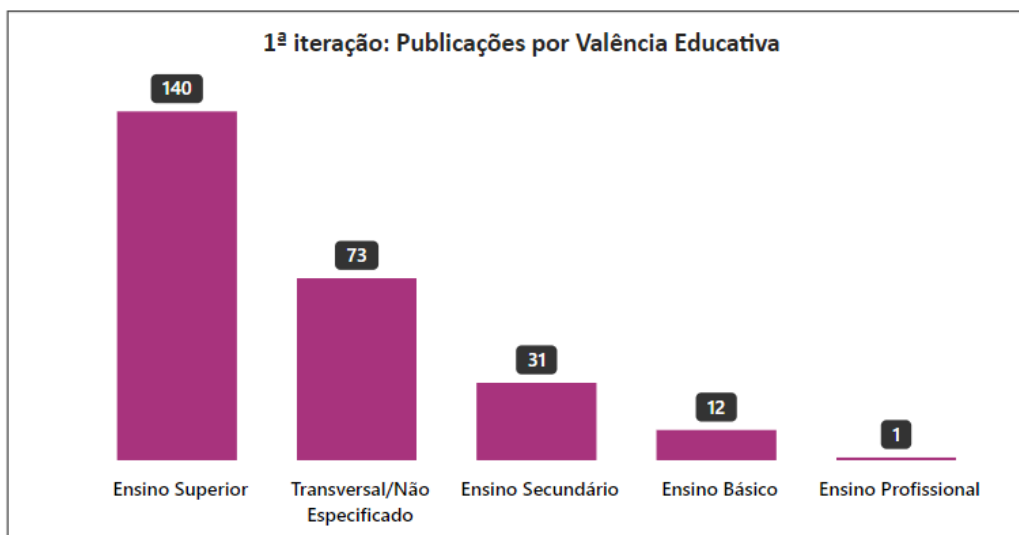


Figura 3.9. 1ª iteração: Publicações por valência educativa

No que concerne à área curricular de cada um dos 257 estudos, a informação também foi consolidada no gráfico da Figura 3.10.

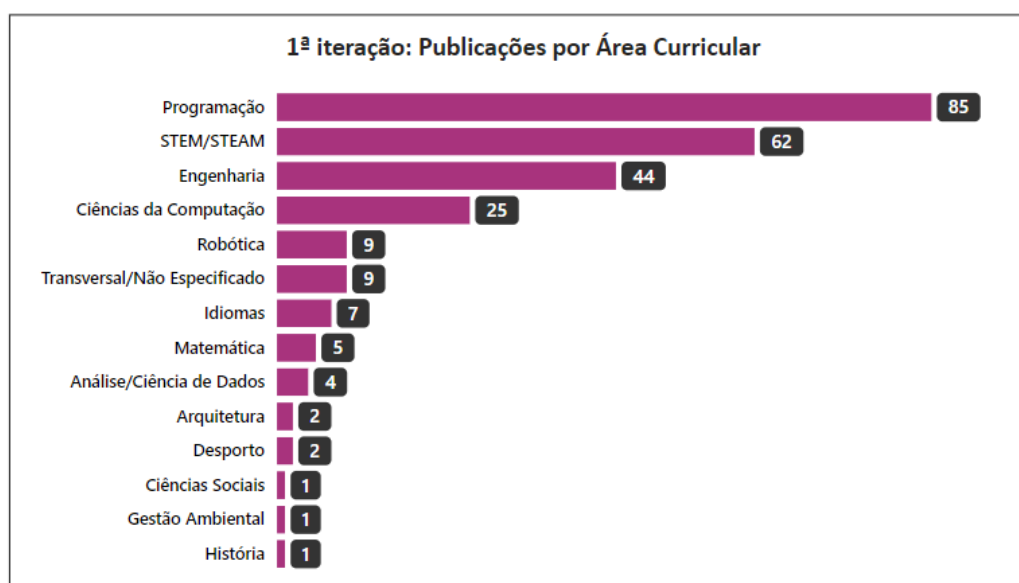


Figura 3.10. 1ª iteração: Publicações por área curricular

Ao analisar os temas principais identificados nos estudos em apreço, e embora fosse possível considerar todos como relevantes para a implementação de melhorias no sistema educativo, tornou-se evidente a necessidade de clarificar se o tema podia ser utilizado como uma abordagem ou metodologia para o ensino da programação. Assim, a análise dos temas foi efetuada tendo em conta essa divisão.

Dos temas identificados nas 257 publicações em análise, 67 publicações foram desconsideradas uma vez que os temas associados não eram abordagens pedagógicas ou metodologias de ensino. Os temas mais referidos nessas publicações estavam relacionados com educação inclusiva/acessível, análise da aprendizagem e desenvolvimento de professores. As restantes 190 publicações apresentavam temas relacionados com metodologias ou técnicas de ensino e foram novamente analisadas e selecionadas de acordo com os critérios definidos para a segunda iteração. A Figura 3.11 representa o fluxograma final da primeira iteração.

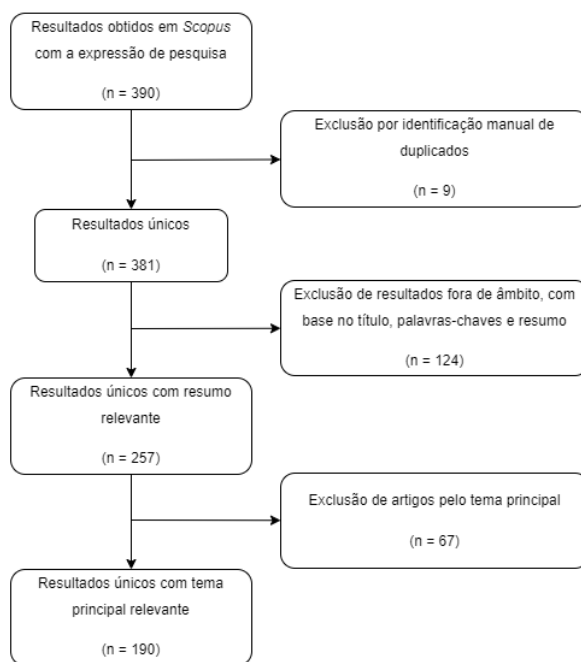


Figura 3.11. Fluxograma final da 1ª iteração

3.2 Segunda Iteração

Finalizada a primeira iteração, os 190 artigos foram consultados individualmente para análise da introdução. Foram aplicados os critérios de exclusão referidos na subsecção 2.3.2. e foram excluídos 63 artigos por não estarem disponíveis para consulta. Às restantes 127 publicações, após análise integral do capítulo da introdução, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão:

- 31 artigos foram excluídos por serem considerados fora de âmbito, de acordo com os mesmos critérios definidos para a primeira iteração;

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

- 41 publicações foram excluídas por serem consideradas com principal foco diferente do que seria relevante para esta investigação; o foco principal destas publicações estava relacionado com momentos educativos bastante específicos, áreas ou ferramentas demasiado específicas, valências ou âmbitos educativos mais restritos.

Aplicados os critérios de exclusão, foram identificados 55 artigos para posterior análise. Apresenta-se, na Figura 3.12, o fluxograma final da RSL e, na Figura 3.13, o diagrama de funil com a análise da redução progressiva dos artigos em cada uma das principais fases da revisão.

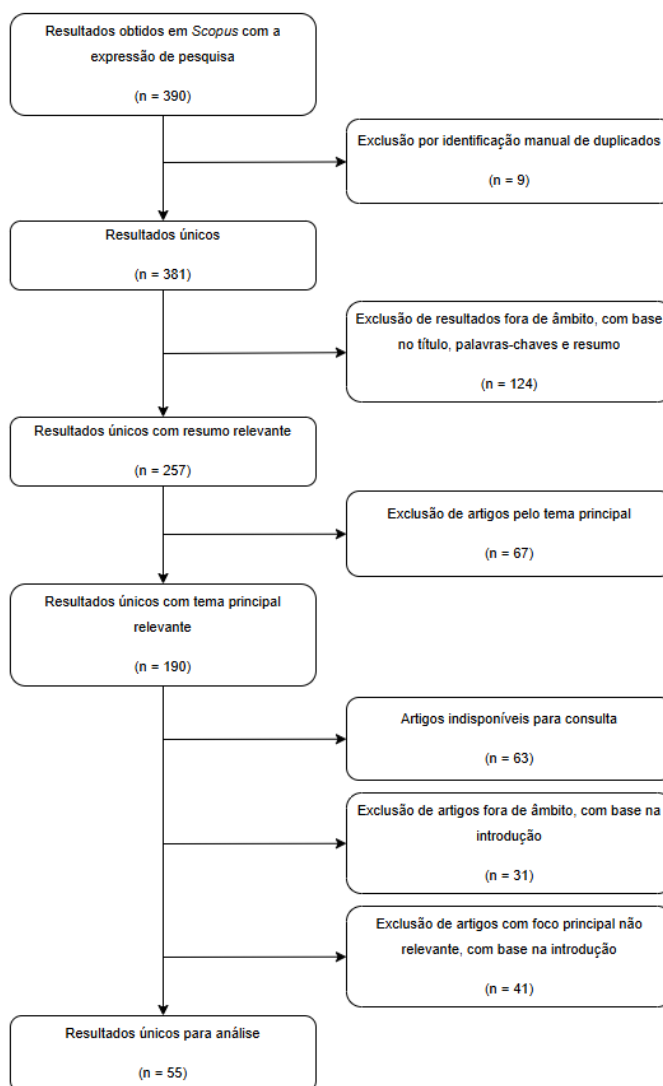


Figura 3.12. Fluxograma final da RSL

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

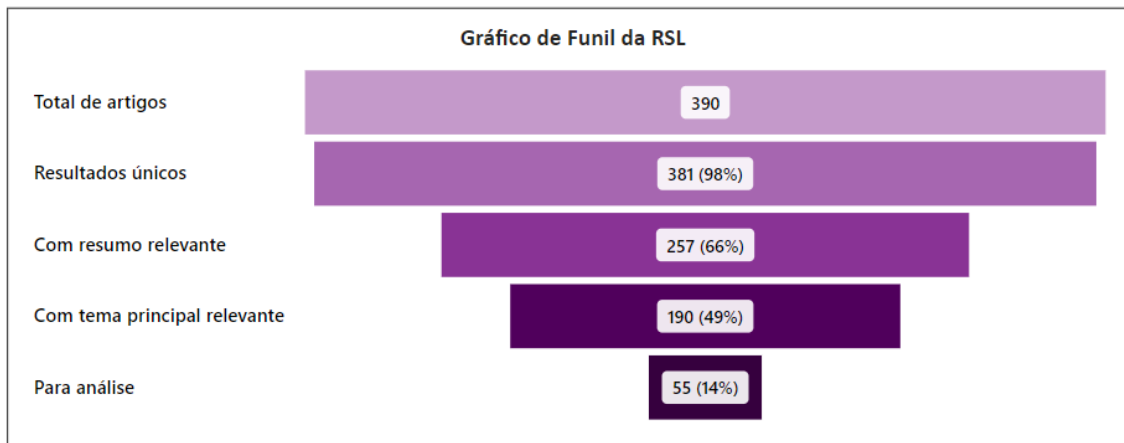


Figura 3.13. Gráfico de funil da RSL

Os gráficos seguintes retratam a análise agregada dos 55 artigos selecionados, relativamente ao ano, tipo de estudo, âmbito geográfico, valência educativa e área curricular, em linha com os dados apresentados para os artigos da primeira iteração.



Figura 3.14. 2ª iteração: Publicações por ano

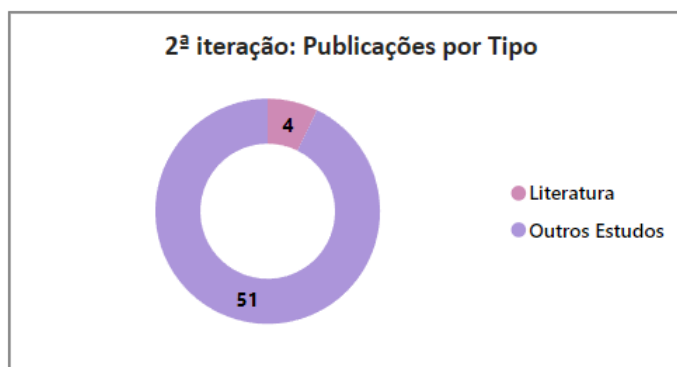


Figura 3.15. 2ª iteração: Publicações por tipo

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura



Figura 3.16. 2ª iteração: Âmbito geográfico - Continentes

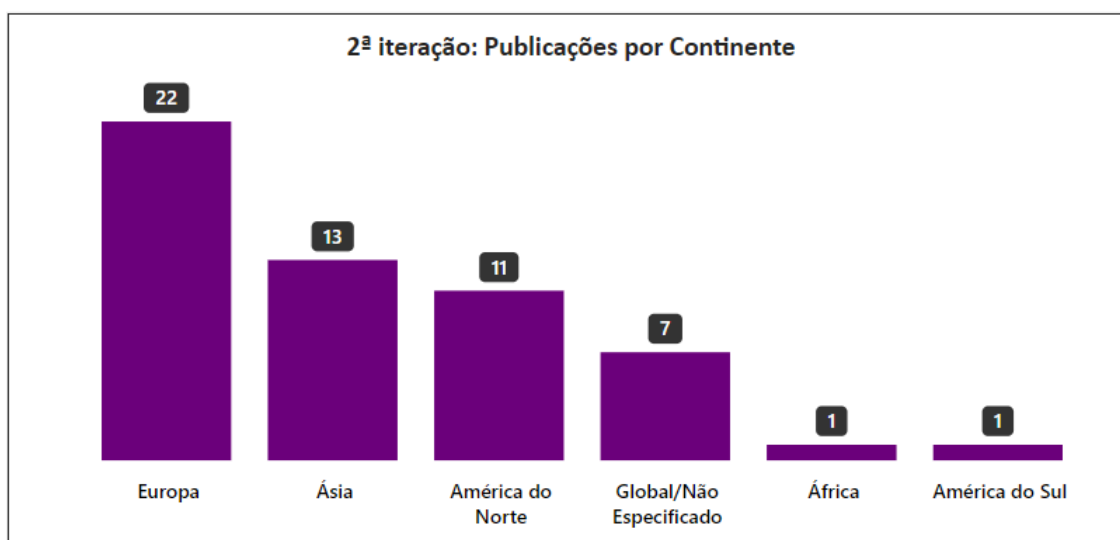


Figura 3.17. 2ª iteração: Número de publicações por continente

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

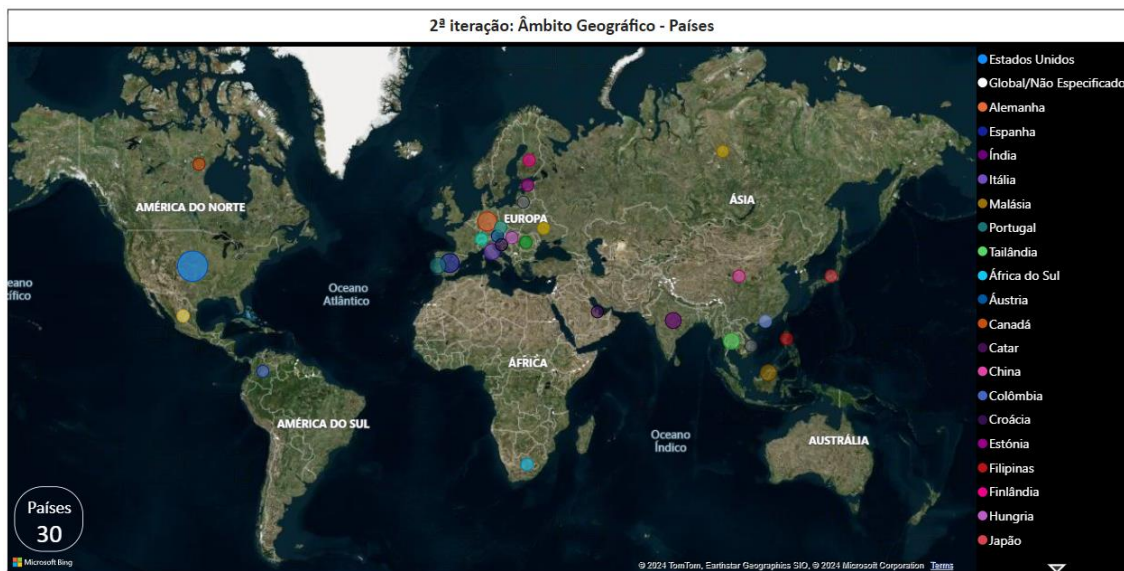


Figura 3.18. 2ª iteração: Âmbito geográfico - Países



Figura 3.19. 2ª iteração: Países com mais do que uma publicação

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

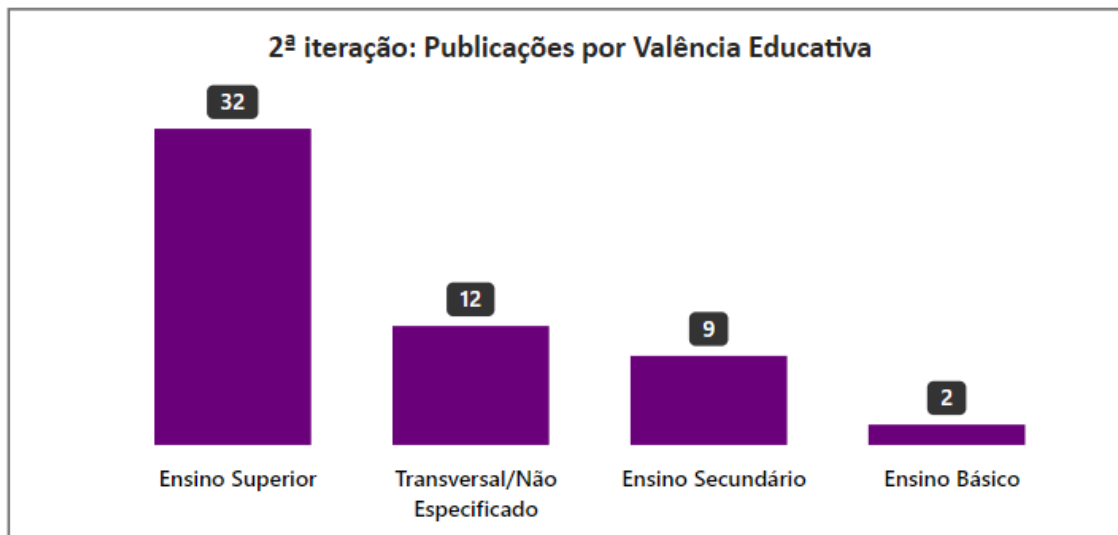


Figura 3.20. 2ª iteração: Publicações por valência educativa

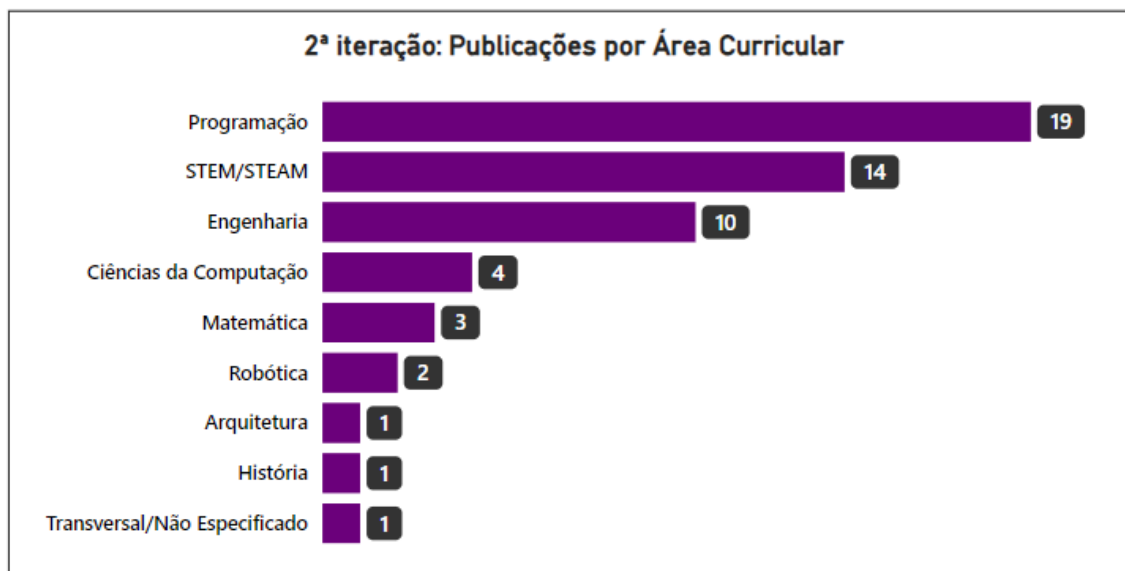


Figura 3.21. 2ª iteração: Publicações por área curricular

A análise e discussão dos resultados obtidos será apresentada no próximo capítulo.

4 COMUNICAÇÃO

O presente capítulo contém a última etapa da RSL, comunicação, descrita na secção 1.3 do capítulo 1. De acordo com a estrutura proposta pela autora da metodologia de investigação (Kitchenham, 2004), esta etapa contém a apresentação de todas as fases da RSL, para estruturação e comunicação dos resultados da investigação. No entanto, nesta investigação, optou-se por evidenciar todas as etapas da metodologia, motivo pelo qual os capítulos foram estruturados em conformidade com essas etapas. Assim, neste último capítulo, será apresentada a análise e discussão dos resultados obtidos, tanto para a primeira iteração como para a segunda iteração.

O presente capítulo está dividido em cinco secções: a secção 4.1, em que se apresentam os resultados da primeira iteração; a secção 4.2, que contém a análise detalhada dos resultados da segunda iteração; a secção 4.3, onde são apresentadas as respostas às questões de investigação; a secção 4.4, que contém uma proposta de classificação das principais metodologias identificadas; e, por último, a secção 4.5, com uma reflexão final sobre algumas metodologias emergentes.

4.1 Primeira Iteração

Em concordância com o principal objetivo desta investigação, de identificar metodologias e abordagens pedagógicas aplicadas ao ensino da programação, foi efetuado um mapeamento da literatura para verificar as principais metodologias elencadas nos estudos analisados e os resultados obtidos permitiram retirar algumas conclusões sobre os mais recentes esforços dedicados à análise de determinadas metodologias.

A Figura 4.1 apresenta o gráfico com as metodologias ou abordagens mais referidas nas 190 publicações que resultaram da primeira iteração (secção 3.1), considerando as ocorrências totais, tanto nos temas principais como nos adicionais.

De salientar que, por uma questão de coerência linguística e tendo em conta que nem todos os termos identificados se podiam traduzir de forma precisa para português, além da dificuldade de identificação da metodologia que essa tradução poderia causar, todos

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

os nomes relativos a metodologias ou abordagens educativas foram preservados em inglês.

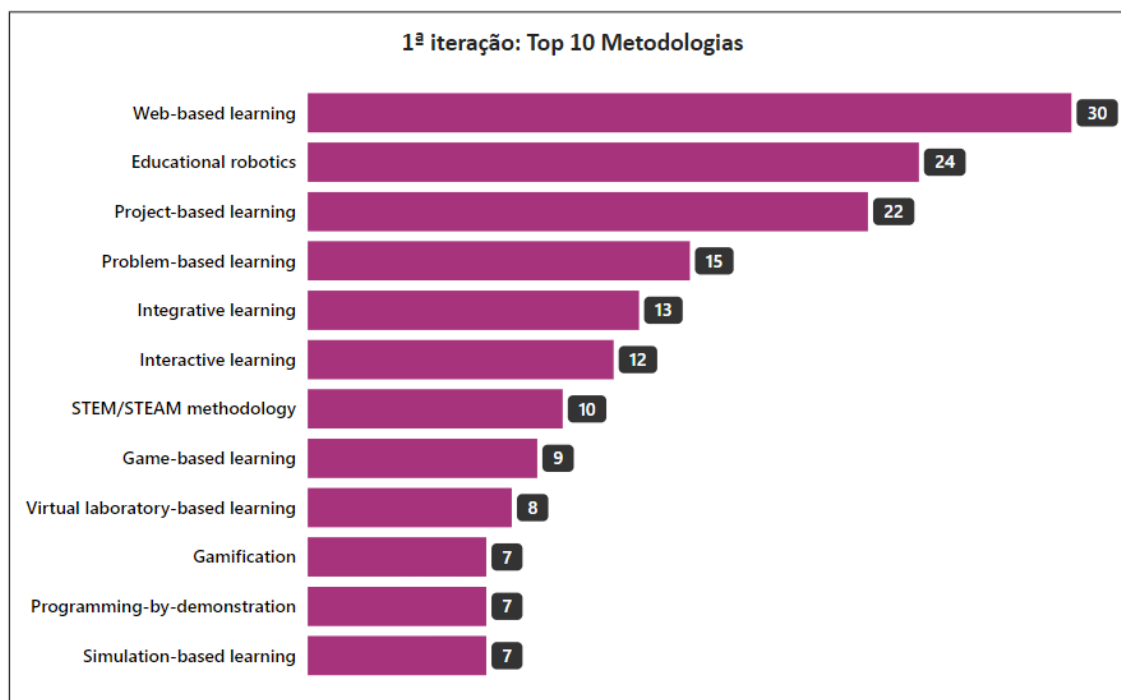


Figura 4.1. 1ª iteração: Top 10 metodologias¹

Denota-se uma clara tendência de estudos de abordagens pedagógicas “*web-based learning*”, que incluem a utilização de plataformas *online* como recursos educativos. Destaca-se a conjugação de sinergias entre áreas curriculares, como é o caso da robótica educacional (“*educational robotics*”), inserida como ferramenta auxiliar no ensino de outras áreas. Alguns termos mais familiares, como “*project-based learning*”, “*problem-based learning*” ou mesmo a metodologia STEM/STEAM (“*STEM/STEAM methodology*”) continuam a ser investigados como abordagens pedagógicas potenciadoras de criar uma verdadeira mudança no ensino. Ainda de salientar as metodologias relacionadas com a utilização de jogos no contexto educativo (“*gamification*” e “*game-based learning*”), abordagens pedagógicas que começam a ser efetivamente estudadas como metodologias de ensino.

¹ A Figura 4.1. 1ª iteração: Top 10 metodologias apresenta doze resultados uma vez que os três últimos registos contabilizam o mesmo número de ocorrências.

Desta análise quantitativa, também se retiram termos relevantes, como “*virtual-laboratory-based learning*”, “*simulation-based learning*”, “*augmented reality*” (AR), “*virtual reality*” (VR), “*programming-by-demonstration*”, “*outcome-based learning*”, “*block-based programming*”, “*educational internet of things*” (IoT), “*intelligent tutoring systems*” (ITS), “*mobile-based learning*”, entre outros termos menos referidos.

Uma ressalva fundamental relacionada com a abordagem educativa “*programming-by-demonstration*” (PbD, em português, programação por demonstração), que apresenta uma dualidade de aplicação no contexto educativo. Por um lado, esta abordagem está interligada com a aprendizagem de conceitos de programação através da demonstração de ações específicas a um *software*; por outro lado, também é uma abordagem de ensino ativo (“*active learning*”), em que os professores ensinam os estudantes a programar através da demonstração específica de técnicas, procedimentos e métodos de programação. Os artigos identificados com esta abordagem foram analisados na segunda interação e todos se referiam ao primeiro conceito de “*programming-by-demonstration*”.

Na impossibilidade de referenciar explicitamente todas as metodologias ou abordagens pedagógicas referenciadas neste mapeamento, foi elaborada uma lista em apêndice (APÊNDICE 1. RESUMO DAS METODOLOGIAS DE ENSINO) com as metodologias de ensino e as suas características: uma breve descrição, cronologia e as principais vantagens e desvantagens de cada uma delas.

4.2 Segunda Iteração

Os resultados obtidos na secção anterior permitiram caracterizar, de forma exaustiva, as metodologias de ensino mais estudadas nos últimos anos. No entanto, para responder às questões de investigação formuladas (secção 2.1), é essencial efetuar esta análise quantitativa apenas aos artigos selecionados no final da segunda interação (secção 3.2), que se apresentam como as publicações com as metodologias mais direcionadas para o ensino específico da programação.

4.2.1 Metodologias Identificadas

A Tabela 4.1 apresenta uma síntese das metodologias identificadas nas 55 publicações que resultaram da seleção final da RSL, considerando as ocorrências totais nos temas, tanto nos principais como nos adicionais, e em que publicações essas metodologias foram referenciadas.

Tabela 4.1. Tabela síntese das metodologias identificadas

Índice	Metodologias/Abordagens Educativas	Referências Bibliográficas Autor(es) (ano)
1	Educational robotics	Conde et al. (2020); Costa et al. (2023); Govender & Govender (2023); Kushnir et al. (2020); Leoste et al. (2021); Thanyaphongphat et al. (2020, 2023)
2	Integrative learning	Hartanto & Reye (2019); Huerta et al. (2022); Lopez et al. (2019); Rawal et al. (2022); Romkey et al. (2023); Shan et al. (2023); Vasconcelos et al. (2023)
3	Problem-based learning	Desai et al. (2021); Doringin & Sapetra (2020); Henke et al. (2020); Jannat et al. (2020); Mason et al. (2022); Michaeli & Romeike (2020); Vincenti (2020)
4	Gamification	Alshikhabobakr et al. (2020); Cuervo-Cely et al. (2022); M. G. Da Costa et al. (2022); Jannat et al. (2020); Palócz & Katona (2021); Ruckert et al. (2021)
5	Web-based learning	Alshikhabobakr et al. (2020); Bälter et al. (2021);

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Índice	Metodologias/Abordagens Educativas	Referências Bibliográficas Autor(es) (ano)
		Cuervo-Cely et al. (2022); Kassim & Md Zubir (2019); Michon et al. (2021); Proskura & Lytvynova (2020)
6	Game-based learning	Aurava et al. (2020); Crnković et al. (2022); Perutka & Vymazal (2021); Thanyaphongphat et al. (2020, 2023)
7	Project-based learning	Huerta et al. (2022); Kushnir et al. (2020); Secules & Lawson (2019); Vincenti (2020)
8	STEM/STEAM methodology	Doringin & Sapoetra (2020); Ha et al. (2023); Kisić et al. (2022); Sunny & Koenig (2021)
9	Virtual laboratory-based learning	Guerra et al. (2019); Henke et al. (2020); Lerner et al. (2022); Prokopiuk & Falkowski (2022)
10	Interactive learning	Grover et al. (2019); Pirker et al. (2020); Vasconcelos et al. (2023)
11	Learner-Centered Education (LCE)	Desai et al. (2021); Serban & Vescan (2020); Shan et al. (2023)
12	Virtual reality (VR)	Lopez et al. (2019); Pirker et al. (2020); Zhong & Liu (2022)
13	Agile teaching	Guerra et al. (2019); Telesko et al. (2023)
14	Augmented reality (AR)	Kassim & Md Zubir (2019); Prokopiuk & Falkowski (2022)
15	Educational Escape Rooms (EER or DEER)	Michaeli & Romeike (2020); Sidekerskienė & Damaševičius (2023)

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Índice	Metodologias/Abordagens Educativas	Referências Bibliográficas Autor(es) (ano)
16	Flipped classroom	Ruiz de Miras et al. (2022); Schäfer (2019)
17	Pipeline teaching	Lerner et al. (2022); Sunny & Koenig (2021)
18	Active learning	Serban & Vescan (2020)
19	Block-based programming	Grover et al. (2019)
20	Bottom-up learning	Gallego-Durán et al. (2021)
21	Challenge-based learning	Conde et al. (2020)
22	Computational thinking	Mason et al. (2022)
23	Educational IoT	Schäfer (2019)
24	Example-based learning	Haslwanter (2019)
25	Experiment Centric Pedagogy (ECP)	Akinpelu et al. (2023)
26	Game jamming	Aurava et al. (2020)
27	Inquiry-based learning	Bälter et al. (2021)
28	Intelligent Tutoring Systems (ITS)	Hartanto & Reye (2019)
29	Inverted learning	Proskura & Lytvynova (2020)
30	Kolb's Experiential Learning Cycle	Govender & Govender (2023)
31	Mobile-based learning	Datul et al. (2023)
32	Outcome-based learning	Tanna et al. (2022)
33	Out-of-the-box learning	Sidekerskienė & Damaševičius (2023)
34	Peer instruction/review	Ruiz de Miras et al. (2022)
35	Performance-based learning	Akinpelu et al. (2023)
36	Small Private Online Course (SPOCs)	Ruiz-Palmero et al. (2020)
37	Summer Bridge Programs	Rawal et al. (2022)
38	Task-based learning	Tanna et al. (2022)
39	Technology-Enhanced Learning (TEL)	Leoste et al. (2021)
40	Work-integrated learning (WIL)	Romkey et al. (2023)

4.2.2 Principais Metodologias Identificadas

Das 40 metodologias identificadas na Tabela 4.1, foram selecionadas as dez principais considerando o número total de ocorrências nas 55 publicações. A Figura 4.2 apresenta o gráfico com as metodologias ou abordagens mais referidas.

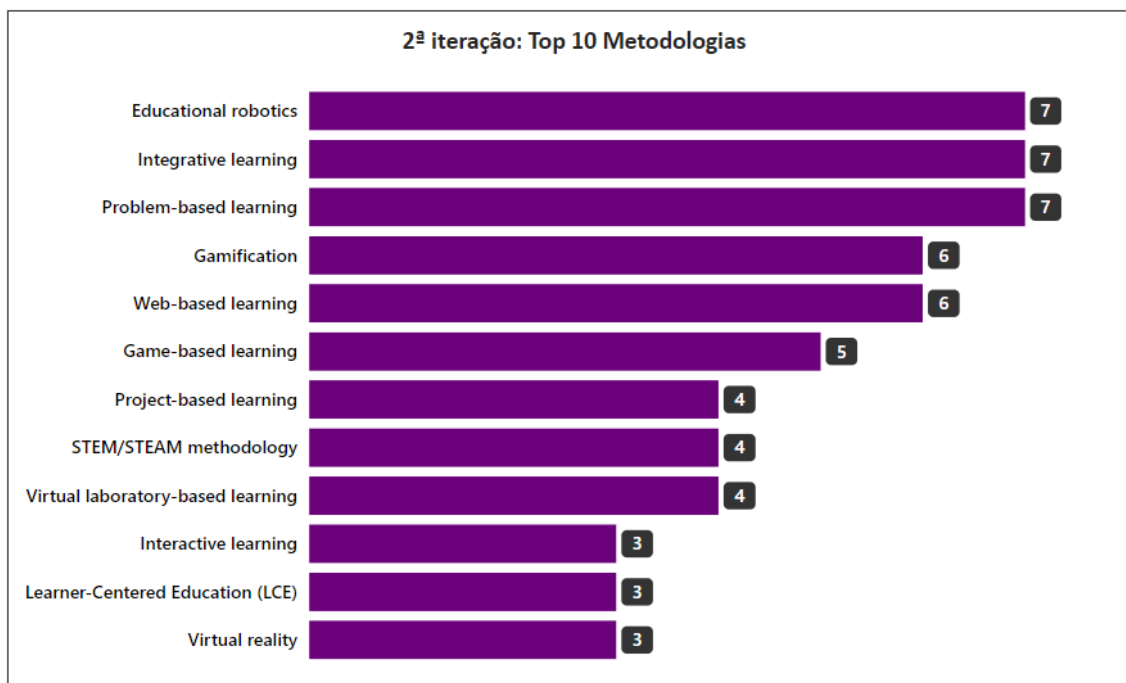


Figura 4.2. 2ª iteração: Top 10 metodologias²

Será efetuada, de seguida, uma breve descrição e análise a cada uma das metodologias apresentadas na Figura 4.2.

4.2.2.1 Educational Robotics

Educational robotics (em português, robótica educacional) é uma metodologia que utiliza atividades baseadas em robótica para ensinar aos alunos conceitos das áreas STEM. Envolve a construção e a programação de robôs, enquanto promove a resolução de problemas e o trabalho de equipa. Apresenta, como principais vantagens, incentivar a aprendizagem prática e a criatividade (Conde et al., 2020; Govender & Govender, 2023;

² A Figura 4.2. 2ª iteração: Top 10 metodologias apresenta doze resultados uma vez que os três últimos registos contabilizam o mesmo número de ocorrências.

Thanyaphongphat et al., 2020), desenvolver a capacidade de resolução de problemas e de trabalho de equipa e tornar os temas das áreas STEM mais acessíveis e agradáveis (Conde et al., 2020; D. Costa et al., 2023; Govender & Govender, 2023; Kushnir et al., 2020). No entanto, requer dispendiosos *kits* e equipamentos de robótica (D. Costa et al., 2023; Govender & Govender, 2023; Thanyaphongphat et al., 2020), pode exigir formação especializada dos educadores (Costa et al., 2023; Govender & Govender, 2023) e pode ser difícil de integrar nos currículos tradicionais (Conde et al., 2020; Kushnir et al., 2020).

4.2.2.2 Integrative Learning

Integrative learning (em português, ensino integrado) é uma metodologia educativa que incentiva os alunos a interligarem várias disciplinas, contextos e experiências. Dá especial destaque à síntese de conhecimentos de diversas origens para promover uma compreensão mais profunda de questões complexas. Apresenta como principais vantagens estimular o pensamento interdisciplinar e a resolução de problemas (Huerta et al., 2022), incentivar uma compreensão abrangente de temas complexos (Lopez et al., 2019; Romkey et al., 2023) e promover a compreensão dos alunos da aplicação de conceitos integrados no mundo real (Hartanto & Reye, 2019; Shan et al., 2023; Vasconcelos et al., 2023). Contudo, é uma metodologia que pode ser difícil de estruturar e implementar de forma eficaz (Huerta et al., 2022; Shan et al., 2023; Vasconcelos et al., 2023), requer profissionais de educação com experiência multidisciplinar (Huerta et al., 2022) e pode não se encaixar plenamente nas estruturas curriculares tradicionais (Shan et al., 2023).

4.2.2.3 Problem-based Learning

Problem-based learning (em português, aprendizagem baseada em problemas) é uma metodologia de ensino em que os alunos aprendem através da resolução ativa de problemas complexos do mundo real. Confere especial importância ao pensamento crítico, ao trabalho de equipa e à aprendizagem autónoma, com os alunos a trabalhar em grupo para encontrar soluções e o professor a desempenhar o papel de orientador. A utilização desta metodologia enfatiza o pensamento crítico e as capacidades de resolução de problemas (Henke et al., 2020; Jannat et al., 2020), promove o trabalho de equipa e a

colaboração entre os estudantes (Doringin & Sapoetra, 2020) e favorece a autoaprendizagem e a autonomia (Desai et al., 2021; Henke et al., 2020). No entanto, requer planeamento e acompanhamento extensivos por parte dos profissionais de educação (Desai et al., 2021; Doringin & Sapoetra, 2020; Henke et al., 2020), pode ser difícil de implementar em estruturas curriculares tradicionais (Vincenti, 2020) e pode não se adequar a todos os estudantes (Jannat et al., 2020), uma vez que exige participação ativa e iniciativa.

4.2.2.4 Gamification

Gamification (em português, gamificação) é uma abordagem educativa que integra elementos de jogos, como pontos, selos, tabelas de classificação e desafios, em contextos que não são de jogos, como a educação, para aumentar o envolvimento e a motivação. Explora os aspetos motivacionais dos jogos para promover a aprendizagem e a participação. Apresenta como principais vantagens o aumento da motivação e do empenho dos alunos (Alshikhabobakr et al., 2020; Cuervo-Cely et al., 2022; Palócz & Katona, 2021; Ruckert et al., 2021), tornar a aprendizagem agradável e interativa (Jannat et al., 2020; Ruckert et al., 2021) e incentivar a definição de objetivos e metas através de elementos de jogos (Alshikhabobakr et al., 2020; Cuervo-Cely et al., 2022; Jannat et al., 2020). Contudo, a utilização desta metodologia inclui o risco de sobrevalorizar as recompensas em detrimento dos resultados de aprendizagem, requer uma construção cuidadosa para evitar a superficialidade da metodologia (Alshikhabobakr et al., 2020; Cuervo-Cely et al., 2022; Palócz & Katona, 2021) e pode não ser adequada a todos os estilos de aprendizagem e provocar stress associado à competição.

4.2.2.5 Web-based Learning

Web-based learning é uma metodologia de ensino que utiliza a internet para fornecer conteúdos educativos e aceder a recursos educativos. Inclui cursos *online*, módulos interativos e recursos digitais. Tem, como principais vantagens, proporcionar um ambiente de aprendizagem flexível e acessível a partir de qualquer lugar (Bälter et al., 2021; Michon et al., 2021; Proskura & Lytvynova, 2020), boa relação custo-benefício em comparação com as salas de aula tradicionais e oferecer múltiplas opções de recursos

multimédia (Bälter et al., 2021; Michon et al., 2021; Proskura & Lytvynova, 2020). A utilização desta metodologia, contudo, requer literacia digital, um acesso fiável à internet, recursos adicionais e esforço extra dos profissionais de educação (Bälter et al., 2021; Michon et al., 2021; Proskura & Lytvynova, 2020), carece da interação pessoal das salas de aula tradicionais e pode não conseguir manter o empenho e a motivação dos alunos.

4.2.2.6 Game-based Learning

Game-based learning (em português, aprendizagem baseada em jogos) é uma abordagem pedagógica em que os jogos são utilizados como um elemento central para facilitar a aprendizagem e o envolvimento dos estudantes. Inclui elementos de jogos para envolver os utilizadores, enquanto atingem objetivos específicos de aprendizagem ou formação. Entre as principais vantagens desta abordagem estão o aumento da motivação dos estudantes (Crnković et al., 2022; Perutka & Vymazal, 2021; Thanyaphongphat et al., 2020), a promoção da aprendizagem ativa através da resolução de problemas e da interatividade (Aurava et al., 2020; Crnković et al., 2022; Thanyaphongphat et al., 2023) e a possibilidade de ser adaptada a várias áreas curriculares e níveis de competências (Aurava et al., 2020). Apresenta, também, especial relevância para a geração atual de alunos (Perutka & Vymazal, 2021). No entanto, esta abordagem educativa requer conhecimentos e recursos de desenvolvimento de jogos (Aurava et al., 2020; Crnković et al., 2022; Perutka & Vymazal, 2021; Thanyaphongphat et al., 2020, 2023), pode ser difícil de alinhar com currículos tradicionais (Aurava et al., 2020; Crnković et al., 2022) e possibilita o risco de se atribuir demasiada importância ao entretenimento em detrimento do conteúdo educativo (Perutka & Vymazal, 2021).

4.2.2.7 Project-based Learning

Project-based learning (em português, aprendizagem baseada em projetos) é uma abordagem de ensino em que os alunos trabalham em projetos complexos ao longo do tempo, onde exploram problemas do mundo real e adquirem competências práticas. Dá importância à investigação orientada pelo aluno, ao trabalho de equipa e à aprendizagem prática. É uma abordagem que incentiva o pensamento crítico e a resolução de problemas (Kushnir et al., 2020), promove a colaboração e o trabalho de equipa entre os estudantes

(Huerta et al., 2022; Kushnir et al., 2020) e estimula o envolvimento através da aprendizagem de problemas do mundo real (Huerta et al., 2022; Secules & Lawson, 2019; Vincenti, 2020). Porém, requer tempo e recursos de planeamento significativos (Huerta et al., 2022; Kushnir et al., 2020; Secules & Lawson, 2019; Vincenti, 2020), pode ser difícil de conciliar com tipos normalizados de avaliação ou requisitos curriculares (Kushnir et al., 2020) e depende muito da orientação eficaz do professor e da gestão de sala de aula (Huerta et al., 2022).

4.2.2.8 STEM/STEAM Methodology

STEM/STEAM methodology (em português, metodologia STEM/STEAM) é uma abordagem educativa que integra disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) ou de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM) para promover a criatividade, o pensamento crítico e as competências de resolução de problemas. Incentiva a interdisciplinaridade e a resolução de problemas do mundo real. Apresenta como principais vantagens o incentivo pela criatividade e inovação (Doringin & Sapetra, 2020), promove a aprendizagem interdisciplinar (Kisić et al., 2022), envolve os alunos com interesses diversos e aumenta a sua capacidade de abordar os problemas a partir de múltiplas perspetivas (Doringin & Sapetra, 2020; Ha et al., 2023; Kisić et al., 2022). No entanto, a sua implementação pode exigir recursos intensivos (Doringin & Sapetra, 2020), requer profissionais de educação qualificados em várias áreas curriculares (Doringin & Sapetra, 2020; Kisić et al., 2022) e a avaliação pode ser complexa devido à sua natureza interdisciplinar (Kisić et al., 2022).

4.2.2.9 Virtual Laboratory-based Learning

Virtual laboratory-based learning é uma abordagem educativa que utiliza ambientes laboratoriais simulados para ensinar conceitos científicos e técnicos. Os alunos interagem com equipamento de laboratórios virtuais para realizar experiências, permitindo um ambiente de aprendizagem seguro e acessível. É uma abordagem que oferece um ambiente seguro para experiências complexas ou mais arriscadas (Prokopiuk & Falkowski, 2022), reduz os custos associados à instalação de laboratórios físicos e proporciona flexibilidade em termos de localização e horários de acesso (Guerra et al.,

2019; Henke et al., 2020; Prokopiuk & Falkowski, 2022). Contudo, não existe a observação da reação tátil dos laboratórios tradicionais, requer tecnologia e infraestruturas fiáveis, maior tempo de preparação e planeamento (Guerra et al., 2019; Henke et al., 2020; Lerner et al., 2022; Prokopiuk & Falkowski, 2022) e pode não reproduzir totalmente as experiências de laboratório do mundo real.

4.2.2.10 Interactive Learning

Interactive learning (em português, ensino interativo) é uma metodologia educativa que privilegia o envolvimento e a participação ativa dos alunos. Envolve uma variedade de técnicas interativas para criar uma experiência de aprendizagem imersiva e dinâmica, tais como debates, atividades de grupo, trabalhos práticos e ferramentas multimédia. É uma metodologia que aumenta o envolvimento e a participação dos estudantes (Grover et al., 2019; Pirker et al., 2020), promove a aprendizagem ativa e a retenção de informação (Grover et al., 2019; Vasconcelos et al., 2023) e incentiva a colaboração e o trabalho de equipa. No entanto, requer mais planeamento e dinamização por parte dos educadores (Grover et al., 2019; Pirker et al., 2020), pode ser difícil de aplicar em turmas numerosas (Grover et al., 2019) e pode exigir recursos intensivos em termos de tecnologia e materiais (Grover et al., 2019; Pirker et al., 2020; Vasconcelos et al., 2023).

4.2.2.11 Learner-centered Education

Learner-centered education (LCE) é uma abordagem pedagógica que coloca o foco nas necessidades, interesses e estilos de aprendizagem de cada aluno. Envolve a adaptação do ensino para se ajustar a diferentes alunos e incentiva a participação ativa, a aprendizagem autónoma e percursos educativos personalizados. Apresenta, como principais vantagens, promover a autoaprendizagem e a autonomia dos alunos (Desai et al., 2021), estimular a participação ativa e a motivação espontânea (Desai et al., 2021; Serban & Vescan, 2020) e pode responder a uma multiplicidade de estilos e preferências de aprendizagem (Shan et al., 2023). Esta abordagem, contudo, requer métodos de ensino flexíveis e adaptáveis (Serban & Vescan, 2020), pode ser difícil de implementar em turmas numerosas ou em contextos tradicionais (Shan et al., 2023) e pode exigir mais tempo e recursos para

instrução e apoio personalizados (Desai et al., 2021; Serban & Vescan, 2020; Shan et al., 2023).

4.2.2.12 Virtual Reality

Virtual reality (em português, realidade virtual) é uma metodologia de ensino imersiva que utiliza ambientes virtuais para melhorar as experiências de aprendizagem. Permite que os alunos interajam com cenários simulados, o que promove o envolvimento e a aprendizagem experimental (Pirker et al., 2020) e proporciona uma aprendizagem prática sem limitações físicas. Apresenta, como principais vantagens, a criação de experiências imersivas e envolventes (Pirker et al., 2020), facilitar a aprendizagem experimental (Zhong & Liu, 2022) e a possibilidade de simular cenários complexos em segurança (Lopez et al., 2019). No entanto, esta metodologia tem associado um custo elevado da tecnologia de realidade virtual (Lopez et al., 2019; Pirker et al., 2020; Zhong & Liu, 2022), requer conhecimentos técnicos e tempo adicional para a sua instalação e manutenção (Pirker et al., 2020; Zhong & Liu, 2022) e pode causar desorientação (*motion sickness*) a alguns utilizadores (Pirker et al., 2020).

Finalizada a descrição e análise das principais metodologias identificadas, encontram-se reunidas as condições para responder às questões de investigação formuladas na secção 2.1.

4.3 Resposta às Questões de Investigação

Para responder às questões de investigação formuladas, foi elaborada a RSL, que se encontra devidamente detalhada e fundamentada no presente documento, o que possibilitou o mapeamento das metodologias de ensino que têm sido investigadas pela comunidade científica, pela especial relevância que poderão apresentar para melhorar, significativamente, o contexto educativo atual.

4.3.1 Questão de Investigação 1

A investigação desenvolvida neste estudo permitiu a identificação das metodologias que se apresentam como as mais direcionadas para o ensino específico da programação, o que permite responder à primeira questão de investigação:

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

- Q11: Quais as metodologias e abordagens pedagógicas que têm sido identificadas, testadas e desenvolvidas e que podem ser aplicadas no ensino da programação?

A Tabela 4.1 lista as 40 metodologias identificadas nas 55 publicações que resultaram da seleção final da RSL, após análise integral da introdução, e que se consideraram como as mais relevantes. Desta forma, são essas as metodologias que têm sido identificadas, testadas e desenvolvidas e que respondem à primeira questão de investigação.

A Figura 4.2 apresenta as doze metodologias que mais foram referidas nos estudos considerados relevantes, com especial destaque para “*educational robotics*”, “*integrative learning*” e “*problem-based learning*”, que ocupam as três primeiras posições do gráfico.

De salientar a robótica educacional (“*educational robotics*”), que representa a conjugação de sinergias entre áreas curriculares e é inserida como ferramenta auxiliar no ensino de outras áreas. A expressão da quantidade de investigações desta metodologia poderá estar associada, nomeadamente, à tendente diminuição do custo dos equipamentos que são necessários para a sua efetiva implementação e à recetividade da maioria dos estudantes a esta metodologia. Apesar dos custos mais acessíveis, esta ainda é uma das dificuldades referidas nos estudos que abordam a implementação desta metodologia.

As metodologias “*integrative learning*” e “*problem-based learning*” apresentam-se como mais familiares e continuam a ser investigadas como abordagens pedagógicas potenciadoras de criar uma verdadeira mudança no ensino.

Ao considerarmos as principais características da metodologia “*integrative learning*”, embora reúna o parecer favorável dos alunos, apresenta dificuldades de implementação nos currículos escolares, devido à interdisciplinaridade que a caracteriza. Vários estudos referem que implica esforços adicionais por parte dos profissionais de educação e recursos extra de implementação, o que dificulta a sua utilização. De igual forma podemos referenciar a metodologia STEM/STEAM (“*STEM/STEAM methodology*”), que pressupõe o ensino conjunto e integrado de duas ou mais disciplinas STEM/STEAM, também apresentada no gráfico das principais metodologias e que se caracteriza pela mesma interdisciplinaridade e apresenta dificuldades idênticas.

Relativamente à metodologia “*problem-based learning*”, embora não implique a existência de recursos adicionais tão extensos, é referido em vários estudos que envolve esforços adicionais por parte dos educadores e não é muito popular entre os alunos, já que necessita da participação ativa e iniciativa dos estudantes.

Ainda de referir as metodologias relacionadas com a utilização de jogos no contexto educativo (“*gamification*” e “*game-based learning*”), abordagens pedagógicas que começam a assumir algum destaque como metodologias de ensino, assim como as metodologias “*web-based learning*”, que inclui a utilização de plataformas *online* como recursos educativos, “*project-based learning*”, que envolve o desenvolvimento de projetos como base da aprendizagem, “*interactive learning*”, que promove o ensino interativo e dinâmico, “*learner-centered education*”, que apresenta o foco principal do ensino nas necessidades dos alunos, e as abordagens pedagógicas que recorrem ao uso de realidade virtual (“*virtual laboratory-based learning*” e “*virtual reality*”).

Encontra-se, desta forma, respondida a primeira questão de investigação.

4.3.2 Questão de Investigação 2

Apesar da investigação desenvolvida ter permitido a identificação das metodologias que se apresentam como as mais direcionadas para o ensino específico da programação, é necessário efetuar uma análise casuística de cada metodologia para responder à segunda questão de investigação:

- QI2: Dessas metodologias, quais serão as mais indicadas, pelas suas características, para serem utilizadas nas aulas de programação?

Na subsecção 4.2.2, foram analisadas as características de cada uma das principais metodologias identificadas na Figura 4.2, bem como referidas as suas principais vantagens e desvantagens. Considerando essa análise, foi ponderada uma proposta de classificação de metodologias, detalhada na secção seguinte (4.4), que permite responder à segunda questão de investigação.

Da proposta de classificação apresentada para cada uma das metodologias, verifica-se que as metodologias “*problem-based learning*” e “*interactive learning*” são as que

apresentam maior pontuação, pelo que se podem considerar como duas das metodologias mais indicadas para serem utilizadas nas aulas de programação. Apresentam classificações médias em todas as características consideradas, o que reforça a praticidade da sua implementação.

Do ponto de vista da recetividade dos estudantes, uma das principais motivações que impulsionou esta investigação, as metodologias identificadas com maior potencial de recetividade e com maior classificação global foram “*gamification*”, “*game-based learning*” e “*learner-centered education*”. Por também apresentarem classificações médias para as restantes características, quer de recursos, implementação e recetividade do educador, poderão ser consideradas como as escolhas mais indicadas para o ensino da programação.

Encontra-se, assim, concluído o principal objetivo deste estudo, com as respostas às duas questões de investigação formuladas.

4.4 Proposta de Classificação das Metodologias

Cada metodologia tem características próprias, desde os objetivos que se pretendem atingir, aos conhecimentos ou recursos adicionais que serão necessários adquirir, ao tempo que será necessário para efetivamente serem implementadas, aos esforços adicionais que serão exigidos aos educadores para que essa metodologia tenha sucesso, ao impacto que essas abordagens terão nos estudantes, entre outras. Todas estas características resultam em vantagens e desvantagens que necessitam de ser equacionadas e podem ter um real impacto na escolha da metodologia a adotar.

Nesta secção, é apresentada uma proposta de classificação das principais metodologias identificadas (subsecção 4.2.2), considerando as características que emergiram da leitura e da análise dos artigos que as referiam, sem que tenha sido elaborado qualquer estudo adicional sobre abordagens concretas de classificação da utilização das metodologias de ensino. Para esta proposta de classificação, foram ponderadas três dimensões: recursos, implementação e recetividade.

4.4.1 Dimensão Recursos

Na dimensão recursos, foram consideradas as situações que necessitam de infraestruturas (tecnológicas ou outras) adicionais, não existentes na conceção normal de um estabelecimento de ensino. Esta dimensão foca-se na análise de potenciais impactos de custos (no desenvolvimento ou aquisição dessas infraestruturas) e de suporte (a necessidade de existir uma equipa especializada de suporte às infraestruturas).

4.4.2 Dimensão Implementação

Na dimensão implementação, que observa a implementação efetiva da metodologia identificada no real contexto educativo, foram ponderados os fatores dificuldade e tempo, em que o primeiro representa o grau de dificuldade de implementação da metodologia (por requerer interdisciplinaridade, participação colaborativa entre docentes ou dificuldade de integração nos currículos tradicionais, por exemplo) e o segundo representa o tempo previsto de implementação (se a implementação da metodologia pode ser feita de forma imediata ou não).

4.4.3 Dimensão Recetividade

Por último, a dimensão recetividade, em que é ponderada a aceitação da metodologia, quer no pilar educador (que observa as dificuldades adicionais ou que implicam esforços acrescidos para o professor) quer no pilar estudante (que reflete a motivação com que o estudante poderá apreciar essa metodologia, se for considerada realmente inovadora, disruptiva e concordante com as suas próprias expectativas educativas).

4.4.4 Classificação Global

Para cada uma das seis classificações referidas, foi utilizada uma escala de 1 a 5, em que 1 indica “muito mau” e 5 “muito bom”. A Figura 4.3 reflete a classificação atribuída a cada uma das dimensões e a classificação global de cada metodologia, calculada pela média aritmética das pontuações obtidas nas seis características, considerando peso igual para cada uma delas.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Proposta de Classificação Global das Principais Metodologias

Metodologias	Recursos		Implementação		Recetividade		Classificação Global
	Custo	Suporte	Dificuldade	Tempo	Educador	Estudante	
Educational robotics	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	5,00	3,00
Integrative learning	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	5,00	3,17
Problem-based learning	5,00	5,00	3,00	5,00	4,00	3,00	4,17
Gamification	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	3,67
Web-based learning	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	3,50
Game-based learning	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	5,00	3,67
Project-based learning	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	3,67
STEM/STEAM methodology	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	5,00	2,67
Virtual-laboratory based learning	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	5,00	2,83
Interactive learning	4,00	5,00	4,00	5,00	3,00	3,00	4,00
Learner-centered education	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	5,00	3,67
Virtual reality	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	5,00	2,83

Figura 4.3. Metodologias classificadas por recursos, implementação e recetividade

Pela análise da classificação global, podemos verificar que as metodologias “*problem-based learning*” e “*interactive learning*” são as duas metodologias que apresentam maior pontuação. É de salientar que são essas as metodologias que não necessitam de recursos adicionais de uma forma tão indispensável e a classificação atribuída nessa dimensão é superior em relação às outras metodologias, o que impulsionou o resultado final. São também metodologias que podem ser implementadas em menos tempo e não envolvem dificuldades excessivas de implementação. No entanto, na dimensão recetividade, são as mais penalizadas, considerando o esforço adicional que representam para o educador e, com particular relevância, a menor atratividade que podem representar para os estudantes.

Por outro lado, ao efetuar a análise da perspectiva do aluno, as metodologias identificadas com maior potencial de recetividade e com maior classificação global foram “*gamification*”, “*game-based learning*” e “*learner-centered education*”, seguidas de “*integrative learning*”. As metodologias “*educational robotics*”, “*STEM/STEAM methodology*”, “*virtual-laboratory-based learning*” e “*virtual reality*”, embora também apresentem a melhor pontuação na recetividade do estudante, são as que têm indicadores de recursos adicionais mais penalizadores.

Do ponto de vista da implementação, considerando os fatores dificuldade e tempo, as metodologias que possibilitam uma implementação mais imediata são “*problem-based learning*”, “*web-based learning*” e “*interactive learning*” em contraposição com as metodologias “*integrative learning*” e “*STEM/STEAM methodology*” que são as que apresentam maiores dificuldades de implementação.

A metodologia identificada com a menor classificação global foi “*STEM/STEAM methodology*”, impactada especialmente pelo carácter interdisciplinar da metodologia que pressupõe o ensino integrado de duas ou mais disciplinas STEM/STEAM, carece de elevados recursos adicionais, quer em termos de custo, quer de suporte, e apresenta dificuldades acrescidas na implementação dessa interdisciplinaridade.

Esta proposta de classificação apresentada poderá ser reajustada, realinhada ou, eventualmente, testada em contexto real, em trabalhos futuros.

4.5 Reflexão

Concluído o principal objetivo deste estudo, com a resposta às questões de investigação e a apresentação da proposta de classificação das metodologias, surgiu a necessidade de apresentar uma reflexão final sobre algumas metodologias que foram identificadas no estudo em apreço, não como as mais mencionadas, mas que se considera que terão enorme potencial para serem utilizadas para o ensino da programação, no futuro, como metodologias emergentes.

Apresenta-se, assim, uma breve descrição dessas metodologias.

- “*Agile teaching*”, uma abordagem educativa que aplica os princípios ágeis, amplamente utilizados na indústria, com principal relevância na flexibilidade, adaptabilidade, colaboração e melhoria contínua. Envolve a iteração dos métodos e conteúdos de ensino para se alinharem com as necessidades dos alunos. Apresenta, como principais vantagens, incentivar a flexibilidade e adaptabilidade no ensino, promover a colaboração e o trabalho de equipa, permitir *feedback* e melhorias contínuas. No entanto, por exigir uma rutura nos métodos de ensino

tradicionais, pode ser difícil para os educadores mais resistentes à mudança e pode exigir formação e recursos adicionais para uma aplicação eficaz.

- Esta metodologia foi identificada em três artigos, no total das 190 publicações resultantes da primeira iteração. Apenas dois desses artigos foram considerados na seleção final da segunda iteração (Guerra et al., 2019; Telesko et al., 2023), que resultou nos 55 artigos para análise, uma vez que o terceiro artigo estava indisponível para consulta.
- *“Educational Escape Rooms”* (EER) ou *“Digital Educational Escape Rooms”* (DEER), um conceito emergente relacionado com a utilização de jogos no contexto educativo (*“gamification”* e *“game-based learning”*) e que introduz uma potencial inovadora abordagem de ensino, *“out-of-the-box learning”*. É uma metodologia que pressupõe a criação de cenários em salas de fuga (do inglês, *escape rooms*) com objetivos educativos. Os alunos resolvem puzzles, encontram pistas e completam tarefas, dentro de um limite de tempo, para sair da sala ou atingir um objetivo. Promove o trabalho de equipa e a colaboração entre os alunos, aumenta o envolvimento dos estudantes através de uma aprendizagem interativa e imersiva, incentiva a resolução de problemas e o pensamento crítico. No entanto, requer planeamento e recursos significativos para conceber os cenários das salas de fuga, pode ser difícil de alinhar com objetivos curriculares específicos e pode não ser adequado para alunos que preferem ambientes de aprendizagem estruturados.
 - Esta metodologia foi identificada em dois artigos, no total das 190 publicações resultantes da primeira iteração, e ambos foram considerados na seleção final dos 55 artigos para análise (Michaeli & Romeike, 2020; Sidekerskienė & Damaševičius, 2023).
- *“Game jamming”*, uma abordagem pedagógica em que os alunos participam em eventos de desenvolvimentos de jogos em colaboração, normalmente num período de tempo limitado. Esta abordagem combina criatividade, resolução de problemas e trabalho de equipa para criar jogos ou outras experiências interativas. Incentiva a criatividade e a criação rápida de projetos, promove o trabalho de equipa e a

colaboração entre pares, é uma forma prática de aprender programação, arte e *design*. Apresenta, como principais desvantagens, um ambiente de alta pressão devido aos curtos prazos, a possibilidade da existência de dificuldades técnicas e requer recursos e apoio para as infraestruturas técnicas e organização.

- Esta metodologia foi identificada em apenas um artigo (Aurava et al., 2020) no total das 190 publicações resultantes da primeira iteração, que foi considerado nos 55 artigos para análise final da segunda iteração. Este artigo aborda o impacto desta abordagem do ponto de vista do professor mas importa referir outro artigo, dos mesmos autores, que apresenta uma análise de vários eventos de “*game jamming*” que decorreram em contexto educacional (Aurava et al., 2021).
- “*Work-integrated learning*”, que insere a formação em contexto de trabalho como uma abordagem educativa. É uma metodologia que combina o ensino académico com a experiência prática de trabalho. Inclui estágios e aprendizagem prática, proporciona experiências no mundo real e a aquisição de competências relevantes para a indústria. Apresenta, como principais vantagens, a possibilidade de aquisição de experiência prática e exposição à indústria, a construção de redes profissionais, a preparação para a realidade laboral e facilitar a aplicação de conhecimentos académicos em contextos reais. Pode, contudo, apresentar uma logística complexa, que envolve a coordenação entre instituições de ensino e empresas, originar oportunidades desiguais, e requerer planeamento e apoio significativos para os estudantes em contexto de trabalho.
 - Esta metodologia foi identificada em apenas um artigo (Romkey et al., 2023) no total das 190 publicações resultantes da primeira iteração, que foi considerado nos 55 artigos para análise final da segunda iteração. O método de aprendizagem experiencial, social e informal tem sido defendido por várias teorias de aprendizagem, desde a teoria da aprendizagem experiencial (Kolb, 1984), a aprendizagem construtivista (Dewey, 2024; Vygotsky, 1978), entre outras, e a metodologia “*work-integrated learning*”, que ajusta as aprendizagens académicas para

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

contextos mais reais e práticos, apresenta-se como uma abordagem educativa a ponderar no futuro do ensino superior.

Terminada a análise e discussão dos resultados obtidos nesta investigação, as conclusões serão apresentadas no próximo capítulo.

CONCLUSÃO

O ensino tradicional enfrenta inúmeras dificuldades para captar a atenção e motivar as novas gerações. Métodos de ensino antiquados, falta de integração tecnológica, currículo rígido e desatualizado, desinteresse e desmotivação dos alunos, métodos de avaliação desadequados, falta de contexto prático, são alguns dos fatores que refletem a dificuldade global experienciada no ensino e que está maioritariamente relacionada com a desconexão do ensino tradicional com as necessidades do mundo moderno.

O principal objetivo desta investigação era identificar metodologias e abordagens pedagógicas, recomendadas, analisadas e desenvolvidas nos últimos anos e que pudessem ser aplicadas no ensino da programação, de forma a recuperar um verdadeiro envolvimento dos estudantes na aprendizagem e superar as reais dificuldades no ensino. Através da metodologia da RSL, foi efetuado um mapeamento de estudos recentes sobre metodologias de ensino inovadoras, para atingir os objetivos desta investigação e possibilitar um ponto de partida para trabalhos futuros sobre este tema.

As conclusões alcançadas nesta investigação apresentam especiais contributos para a área da educação. O mapeamento elaborado permitiu agregar os estudos apresentados em análises geográficas, valências educativas, áreas curriculares e temas abordados. Desse agrupamento de dados, foi elaborada uma lista, em apêndice, com todas as metodologias de ensino referidas nas publicações obtidas através da estratégia de pesquisa, e que contém uma breve descrição da metodologia, origem cronológica, principais vantagens e desvantagens de cada uma delas. Este mapeamento irá possibilitar um ponto de partida para trabalhos futuros.

Da análise final dos artigos considerados relevantes, foi ainda elaborada uma lista com as 40 metodologias de ensino que se apresentaram como as mais direcionadas para o ensino específico da programação, com a indicação dos artigos que as referiam. As metodologias identificadas num maior número de ocorrências foram analisadas, o que permitiu concluir que as metodologias mais referidas nos estudos foram “*educational robotics*”, “*integrative learning*” e “*problem-based learning*”, “*gamification*”, “*web-based learning*”, “*game-based learning*”, “*project-based learning*”, “STEM/STEAM

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

methodology”, “*virtual laboratory-based learning*”, “*interactive learning*”, “*learner-centered education*” e “*virtual reality*” (indicadas por ordem decrescente do número total de ocorrências).

Nesta investigação, foi ainda apresentada uma proposta de classificação das metodologias, tendo em conta as suas características e ponderadas as dimensões recursos, implementação e recetividade. Da análise à classificação de cada metodologia, concluiu-se que as metodologias “*problem-based learning*” e “*interactive learning*” são as duas metodologias com melhor classificação global, por apresentarem classificações médias em todas as dimensões consideradas, o que reforça a praticidade da sua implementação. Do ponto de vista da recetividade dos estudantes, uma das principais motivações que impulsionaram esta investigação, as metodologias identificadas com maior potencial de recetividade e maior classificação global foram “*gamification*”, “*game-based learning*” e “*learner-centered education*”.

Esta investigação permitiu, igualmente, identificar algumas metodologias emergentes que, não tendo sido as mais referenciadas, se considera que terão enorme potencial para serem utilizadas para o ensino da programação, no futuro. É o caso das abordagens pedagógicas “*agile teaching*”, “*Educational Escape Rooms*” (EER) ou “*Digital Educational Escape Rooms*” (DEER), “*game jamming*” e “*work-integrated learning*” (indicadas por ordem alfabética).

No seguimento desta investigação, foram redigidos e aceites para publicação na conferência ICPEC (*5th International Computer Programming Education Conference*) dois artigos:

- “*Scientific Whispers: Mapping Innovative Pedagogies in STEAM and Programming Education*”, que apresenta algumas conclusões retiradas da primeira parte da revisão sistemática de literatura, bem como a proposta de classificação das metodologias apresentada neste estudo;
- “*Teaching Programming Courses with Digital Educational Escape Rooms (DEER): a conceptual proposal*”, que apresenta uma proposta conceptual de construção de uma plataforma educativa, inspirada no conceito das *escape rooms*,

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

decorrente da reflexão final sobre a metodologia de ensino “*Digital Educational Escape Rooms*” (DEER), identificada como metodologia emergente para o ensino da programação.

As principais limitações identificadas neste estudo estão relacionadas com a amplitude do tema em análise, que permitiu obter mapeamentos importantes relacionados com metodologias de ensino, mas determinou uma alargada pesquisa de metodologias de ensino, à medida que eram identificadas em determinado ponto da RSL. A uniformização dos termos utilizados na análise agregada relacionada com âmbito geográfico, valência educativa, área curricular e temas identificados em cada estudo analisado, impôs a necessidade de refazer várias vezes a harmonização dos termos utilizados para permitir a melhor e mais precisa agregação de conceitos similares.

Apresentam-se, como sugestões de trabalhos futuros:

- a elaboração de uma linha cronológica com todas as metodologias elencadas na lista em apêndice;
- a apresentação de uma taxonomia que possibilite a interligação entre os diferentes níveis de instrumentos pedagógicos: as abordagens educativas, metodologias de ensino, técnicas, ferramentas e aplicações tecnológicas que foram identificados nesta investigação;
- pesquisar a existência de metodologias de classificação que se substituam à proposta de classificação apresentada ou, eventualmente, testar, em ambiente real, a precisão e eficácia da classificação proposta.

REFERÊNCIAS

- Akinpelu, O. J., Alamu, O. S., Owolabi, O. A., Shourabi, N. B., Wemida, A. B., Dugda, M. T., Ladeji-Osias, J., & Abiodun, P. O. (2023). Performance-Based Learning: An Innovative Approach to Teaching Engineering Thermodynamics in a Hybrid Learning Environment. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--43883>
- Alshikhabobakr, H. M., Khan, S. M., Gedawy, H. M., Hussein, N. M., & Razak, S. (2020). Gamified Stories in History Classrooms. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3436756.3437024>
- Aurava, R., Meriläinen, M., Kankainen, V., & Stenros, J. (2021). Game jams in general formal education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100274>
- Aurava, R., Meriläinen, M., & Stenros, J. (2020). Teacher views on game jamming in formal general education. *Proceedings of the 14th International Conference on Game Based Learning, ECGBL 2020*. <https://doi.org/10.34190/GBL.20.073>
- Bälter, O., Glassey, R., & Wiggberg, M. (2021). Reduced Learning Time with Maintained Learning Outcomes. *SIGCSE 2021 - Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432382>
- Caspersen, M. E., & Bennedsen, J. (2007). Instructional design of a programming course: A learning theoretic approach. *Third International Computing Education Research Workshop, ICER '07*. <https://doi.org/10.1145/1288580.1288595>
- Conde, M. A., Sedano, F. J. R., Fernandez-Llamas, C., Goncalves, J., Lima, J., & Garcia-Penalvo, F. J. (2020). RoboSTEAM project systematic mapping: Challenge based learning and robotics. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2020-April*. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125103>

- Costa, D., Screpanti, L., & Scaradozzi, D. (2023). Disseminating STEM Subjects and Ocean Literacy through a Bioinspired Toolkit. *Biomimetics*, 8(2).
<https://doi.org/10.3390/biomimetics8020161>
- Crnković, V. M., Traunkar, I., & Crnković, B. (2022). Treasure Hunt as a Method of Learning Mathematics. *Proceedings of the European Conference on Games-based Learning, 2022-October*. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.16.1.740>
- Cuervo-Cely, K. D., Restrepo-Calle, F., & Ramírez-Echeverry, J. J. (2022). EFFECT OF GAMIFICATION ON THE MOTIVATION OF COMPUTER PROGRAMMING STUDENTS. *Journal of Information Technology Education: Research*, 21.
<https://doi.org/10.28945/4917>
- Da Costa, M. G., Tai, O. T., Chu, H. L., Chio, C. H., & Tam, K. W. (2022). A Diffraction Experiment Kit with an Arduino based Programmable Rotational Sample Platform. *Proceedings - 2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering, TALE 2022*.
<https://doi.org/10.1109/TALE54877.2022.00142>
- Datul, D. J., Abana, E., Lopez, K. C., Rae Bajet, D., Dela Cruz, L. A., & Kenneth Jacinto, J. (2023). BitLanguage: A Java Language Learning App. *8th International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering: Empowering Computing, Analytics, and Engineering Through Digital Innovation, ICRAIE 2023*.
<https://doi.org/10.1109/ICRAIE59459.2023.10468360>
- Dauksevicuite, I. (2016). Unlocking the full potential of digital native learners. *Henley Business School*.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The «what» and «why» of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4).
https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Deci, E. L., Ryan, R. M., Vallerand, R. J., & Pelletier, L. G. (1991). Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. *Educational Psychologist*, 26(3–4).
<https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653137>

- Desai, P., Meena, S. M., Giraddi, S., Desai, S., & Hanchinamani, G. (2021). Transformation in Course Delivery Augmented with Problem-Based Learning and Tutorial. *Proceedings of 2021 World Engineering Education Forum/Global Engineering Deans Council, WEEF/GEDC 2021*. <https://doi.org/10.1109/WEEF/GEDC53299.2021.9657306>
- Dewey, J. (2024). *Democracy and Education* (N. Tampio, Ed.). Columbia University Press. <https://doi.org/10.7312/DEWE21010>
- DGES. (2024). *Estatísticas Análise de Dados e Sistemas de Apoio à Decisão [Mestrado - 2.º ciclo]*. Direção Geral do Ensino Superior. <https://infocursos.medu.pt/dges.asp?code=3063&codc=6664>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology and Society, 18*(3).
- Doringin, F., & Sapoetra, J. (2020). Analysis of Informatics as a New Subject with the New Approach in Elementary and Secondary Education. *Proceedings - 2020 International Symposium on Educational Technology, ISET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ISET49818.2020.00054>
- Draw.io*. (2024). <https://app.diagrams.net/>
- Gallego-Durán, F. J., Satorre-Cuerda, R., Compañ-Rosique, P., Villagrà-Arnedo, C. J., Molina-Carmona, R., & Llorens-Largo, F. (2021). A low-level approach to improve programming learning. *Universal Access in the Information Society, 20*(3). <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00775-y>
- Garrison, D. R., & Anderson, T. (2003). E-learning in the 21st century: A framework for research and practice. Em *OpenUniversiteitNederland*.
- Govender, R. G., & Govender, D. W. (2023). Using Robotics in the Learning of Computer Programming: Student Experiences Based on Experiential Learning Cycles. *Education Sciences, 13*(3). <https://doi.org/10.3390/educsci13030322>
- Grace-Bridges, R. (2019). Generation Z Goes to College. *Journal of College Orientation, Transition, and Retention, 25*(1). <https://doi.org/10.24926/jcotr.v25i1.2919>

- Grover, S., Jackiw, N., & Lundh, P. (2019). Concepts before coding: non-programming interactives to advance learning of introductory programming concepts in middle school. *Computer Science Education*, 29(2–3). <https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1568955>
- Guerra, H., Gomes, L. M., & Cardoso, A. (2019). Agile approach to a CS2-based course using the Jupyter notebook in lab classes. *Proceedings of the 2019 5th Experiment at International Conference, exp.at 2019*. <https://doi.org/10.1109/EXPAT.2019.8876536>
- Ha, V. T., Chung, L. H., Hanh, N. Van, & Hai, B. M. (2023). Teaching Science Using Argumentation-Supported 5E-STEM, 5E-STEM, and Conventional Didactic Methods: Differences in the Learning Outcomes of Middle School Students. *Education Sciences*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/educsci13030247>
- Hainline, L., Gaines, M., Feather, C., Padilla, E., & Terry, E. (2010). Changing Students, Faculty, and Institutions in the Twenty-First Century. *Peer Review*, 12(3).
- Hartanto, B., & Reye, J. (2019). Anchored instruction ITS: A novel approach to make learning programming interesting and effective. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 703(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/703/1/012048>
- Haslwanger, J. D. H. (2019). Redesigning an introductory programming lecture for mechatronics students. *Proceedings of the 2019 20th International Conference on Research and Education in Mechatronics, REM 2019*. <https://doi.org/10.1109/REM.2019.8744097>
- Henke, K., Wuttke, H. D., & Nau, J. (2020). EIFEL—A New Approach for Digital Education. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 188. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5584-8_2
- Huerta, H., Diaz, C., Avelar, M., & Rosas-Elguera, J. G. (2022). Research, Development and Innovation: An Extracurricular Club Case Study. *IEEE Access*, 10. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3169790>

- Jannat, F., Sazki, A. C., & Bashar, S. Bin. (2020). Analysing hint based problem solving strategy among novice programmers through gamification technique. *Proceedings of the 14th International Conference on Game Based Learning, ECGBL 2020*. <https://doi.org/10.34190/GBL.20.126>
- Jean M. Twenge. (2017). *iGen: Why today's super-connected kids are growing up less rebellious, more tolerant, less happy-and completely unprepared for adulthood*. Simon and Schuster.
- Kapp, K. M. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. Em *Pfeiffer*.
- Kassim, M., & Md Zubir, M. T. H. (2019). Design of augmented reality for engineering equipment in education. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(6). <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2019/15862019>
- Kisić, E., Milić, M. R., Zdravković, N., & Milićević, V. (2022). Evaluation of STEAM Methodologies in Undergraduate Applied Mathematics Courses. *CEUR Workshop Proceedings*, 3454.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele University, UK and National ICT Australia*, 33. <https://doi.org/10.1.1.122.3308>
- Kitchenham, B. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.
- Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learn. Em *Journal of Organizational Behavior* (Número 4).
- Kushnir, N., Osypova, N., Valko, N., & Kuzmich, L. (2020). Model of an education robotics course for natural sciences teachers. *CEUR Workshop Proceedings*, 2740.
- Leoste, J., Heidmets, M., & Ley, T. (2021). What makes new technology sustainable in the classroom: Two innovation models considered. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 197. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7383-5_5
- Lerner, I. M., Zaripov, R. F., Fayzullin, R. R., Fatykhov, M. M., & Il'in, V. I. (2022). New Teaching Approach on Matlab Programming for Radio Engineering Students.

2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2022 - Conference Proceedings.
<https://doi.org/10.1109/IEEECONF53456.2022.9744318>

Lopez, C. E., Ashour, O., & Tucker, C. (2019). An introduction to the CLICK approach: Leveraging virtual reality to integrate the industrial engineering curriculum. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.*
<https://doi.org/10.18260/1-2--31904>

Mason, R. H., Sirikumara, H. I., & Jayasekera, T. (2022). A Path to Computational Thinking and Computer Programming through Physics Problems. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.* <https://doi.org/10.18260/1-2--41304>

Michaeli, T., & Romeike, R. (2020). Investigating Students' Preexisting Debugging Traits: A Real World Escape Room Study. *ACM International Conference Proceeding Series.* <https://doi.org/10.1145/3428029.3428044>

Michon, R., Dumitrascu, C., Chudet, S., Orlarey, Y., Letz, S., & Fober, D. (2021). *Amstramgrame: Making Scientific Concepts More Tangible Through Music Technology at School.* <https://doi.org/10.21428/92fbeb44.a84edd3f>

Microsoft Power BI. (2024). <https://www.microsoft.com/pt-pt/power-platform/products/power-bi?market=pt>

Oblinger, D. G. (2004). The Next Generation of Educational Engagement. *Journal of Interactive Media in Education, 2004(1).* <https://doi.org/10.5334/2004-8-oblinger>

Palócz, K., & Katona, V. (2021). THE APPLICABILITY OF GAMIFICATION IN ARCHITECTURAL DESIGN EDUCATION. *Symmetry: Culture and Science, 32(4).* https://doi.org/10.26830/symmetry_2021_4_489

Perutka, K., & Vymazal, M. (2021). APPLICATION OF GAME-BASED LEARNING IN MATLAB USING OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING. *Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium, 32(1).* <https://doi.org/10.2507/32nd.daaam.proceedings.004>

- Pirker, J., Dengel, A., Holly, M., & Safikhani, S. (2020). Virtual Reality in Computer Science Education: A Systematic Review. *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST*. <https://doi.org/10.1145/3385956.3418947>
- Prensky, M. (2001a). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5). <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Prensky, M. (2001b). Digital Natives, Digital Immigrants Part 2: Do They Really Think Differently? *On the Horizon*, 9(6). <https://doi.org/10.1108/10748120110424843>
- Prokopiuk, N., & Falkowski, P. (2022). Applicability of Augmented and Virtual Reality for Education in Robotics. *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 16(3). <https://doi.org/10.14313/jamris/3-2022/25>
- Proskura, S. L., & Lytvynova, S. H. (2020). The approaches to Web-based education of computer science bachelors in higher education institutions. *CEUR Workshop Proceedings*, 2643. <https://doi.org/10.55056/cte.416>
- Rawal, B. S., Butler, W., Charles, K., & Sucklal, S. (2022). S-STEM: Summer Bridge Program for, Academic Improvements, and Long-term Persistent Success. *7th International STEM Education Conference, iSTEM-Ed 2022*. <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed55321.2022.9920888>
- Romkey, L., Munro, D., Hall, V., & Ross, T. L. (2023). Evaluation of a Work-Integrated Learning Program for Undergraduate STEM Outreach Instructors. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2-43464>
- Rothman, D. (2014). A Tsunami of Learners Called Generation Z. *Public Safety: A State of Mind*, 1.
- Ruckert, F. U., Hulsmann, X., & Junker, A. (2021). Multiple Intelligence Theory for Gamification of Online STEM Modules. *2021 1st Conference on Online Teaching for Mobile Education, OT4ME 2021*. <https://doi.org/10.1109/OT4ME53559.2021.9638905>

- Ruiz de Miras, J., Balsas-Almagro, J. R., & García-Fernández, Á. L. (2022). Using flipped classroom and peer instruction methodologies to improve introductory computer programming courses. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(1). <https://doi.org/10.1002/cae.22447>
- Ruiz-Palmero, J., Fernández-Lacorte, J. M., Sánchez-Rivas, E., & Colomo-Magaña, E. (2020). The implementation of Small Private Online Courses (SPOC) as a new approach to education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00206-1>
- Schäfer, U. (2019). Teaching modern C++ with flipped classroom and enjoyable iot hardware. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, April-2019*. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725068>
- Secules, S., & Lawson, W. (2019). Description and mixed methods evaluation of a novel hardware-based introductory programming course. *Advances in Engineering Education*, 7(3).
- Serban, C., & Vescan, A. (2020). Towards an Evaluation Process around Active Learning based Methods. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2020-October*. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9273935>
- Shan, N., Wang, X., Bai, X., Feng, L., & Luan, Y. (2023). Exploration of Digital Reform of Programming Courses Under the Background of New Engineering-Taking C Language Programming as an Example. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 367. <https://doi.org/10.3233/FAIA230027>
- Sidekerskienė, T., & Damaševičius, R. (2023). Out-of-the-Box Learning: Digital Escape Rooms as a Metaphor for Breaking Down Barriers in STEM Education. *Sustainability (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097393>
- Sunny, C. E., & Koenig, K. (2021). Collaboration Through Participation: Rethinking Scale Conceptualization and Development in STEM Education Research. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--36806>

- Tanna, P., Lathigara, A., & Bhatt, N. (2022). Task Based Assessment: An Innovative Methodology for Studying and Assessing High Level Programming-Oriented Courses. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(Special issue 2). <https://doi.org/10.16920/j eet/2023/v36is2/23090>
- Telesko, R., Spahic-Bogdanovic, M., Hinkelmann, K., & Pande, C. (2023). A new approach for teaching programming: Model-based Agile Programming (MBAD). *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3594441.3594445>
- Thanyaphongphat, J., Thongkoo, K., & Daungcharone, K. (2023). A MicroPython-based Educational Robotic Maze Approach: Learning Improvement to Competition. *8th International Conference on Digital Arts, Media and Technology and 6th ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering, ECTI DAMT and NCON 2023*. <https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCN57770.2023.10139363>
- Thanyaphongphat, J., Thongkoo, K., Daungcharone, K., & Areprayolkij, W. (2020). A Game-Based Learning Approach on Robotics Visualization for Loops in Programming Concepts. *2020 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering, ECTI DAMT and NCON 2020*. <https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCN48261.2020.9090770>
- Vasconcelos, V., Bigotte, E., Almeida, R., Amaro, J. P., & Marques, L. (2023). An integrated framework for STEM education experiments with focus on sustainability and renewable energies. *EAAEIE 2023 - Proceedings of the 2023 32nd Annual Conference of the European Association for Education in Electrical and Information Engineering*. <https://doi.org/10.23919/EAAEIE55804.2023.10182178>
- Verdú, E., Regueras, L. M., Verdú, M. J., Leal, J. P., De Castro, J. P., & Queirós, R. (2012). A distributed system for learning programming on-line. *Computers and Education*, 58(1). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.015>

- Vincenti, G. (2020). Open Challenges as a Way to Engage Students: An Experience Report from Three Undergraduate Courses. *SIGITE 2020 - Proceedings of the 21st Annual Conference on Information Technology Education*.
<https://doi.org/10.1145/3368308.3415407>
- Vizcaya-Moreno, M. F., & Pérez-Cañaveras, R. M. (2020). Social media used and teaching methods preferred by generation z students in the nursing clinical learning environment: A cross-sectional research study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21).
<https://doi.org/10.3390/ijerph17218267>
- VOSviewer. (sem data). Obtido 1 de Junho de 2024, de <https://www.vosviewer.com/>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Em *Harvard University Press*.
- Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, 26(2). <https://doi.org/10.1.1.104.6570>
- Zhong, Y., & Liu, J. J. (2022). How Does the Virtual Reality work on Science Education: An Exploratory Study of Emotional Effects on Learning. *2022 IEEE 2nd International Conference on Educational Technology, ICET 2022*.
<https://doi.org/10.1109/ICET55642.2022.9944496>

APÊNDICES

APÊNDICE 1. RESUMO DAS METODOLOGIAS DE ENSINO

Active Learning

Metodologia de ensino em que os alunos participam ativamente no processo de aprendizagem, frequentemente através de debates, resolução de problemas e atividades práticas.

Cronologia: ganhou destaque na década de 1980, com Charles C. Bonwell referido como um dos principais autores.

Vantagens: incentiva o pensamento crítico, aumenta a participação e a atenção dos alunos, promove a aprendizagem colaborativa e o trabalho de equipa.

Desvantagens: requer mais planeamento e gestão da sala de aula, pode exigir muitos recursos aos educadores e às instituições, pode não se adequar a todos os perfis de aprendizagem e ser um desafio em turmas mais alargadas.

Adaptative Learning

Metodologia que utiliza a tecnologia e análise de dados para personalizar o conteúdo educativo com base nas necessidades individuais, ao ritmo e consoante o estilo de aprendizagem dos alunos.

Cronologia: ganhou ímpeto no início da década de 2010, com as ideias de Benjamin Bloom frequentemente associadas a esta abordagem.

Vantagens: personaliza a aprendizagem de acordo com o ritmo e a compreensão individuais, identifica lacunas de conhecimento específicas, pode aumentar o envolvimento e melhorar os resultados dos alunos.

Desvantagens: requer tecnologia e análise de dados complexas, potenciais preocupações com privacidade dos dados, custos iniciais elevados para as plataformas e ferramentas de aprendizagem adaptativa.

Agile Teaching

Abordagem educativa que aplica os princípios ágeis, com principal relevância na flexibilidade, adaptabilidade, colaboração e melhoria contínua. Envolve a iteração dos métodos e conteúdos de ensino para se alinharem com as necessidades dos alunos, que estão em constante mudança, tal como no desenvolvimento ágil de *software*.

Cronologia: inspirada no modelo de programação ágil (em inglês, *Model-Based Agile Programming*) do final da década de 1990.

Vantagens: incentiva a flexibilidade e adaptabilidade no ensino, promove a colaboração e o trabalho de equipa, permite *feedback* e melhorias contínuos.

Desvantagens: exige uma rutura nos métodos de ensino tradicionais, pode ser difícil para os educadores mais resistentes à mudança, pode exigir formação e recursos adicionais para uma aplicação eficaz.

Augmented Reality (AR)

Método de ensino focado na tecnologia de realidade aumentada, que sobrepõe a informação digital ao mundo real e melhora as experiências de aprendizagem através de imagens interativas, sons e outros estímulos sensoriais.

Cronologia: em meados da década de 2010, impulsionada pelos avanços na tecnologia de AR.

Vantagens: cria experiências de aprendizagem imersivas e interativas, envolve os alunos com conteúdos visuais dinâmicos, pode ser utilizado em várias disciplinas.

Desvantagens: requer dispositivos ou aplicações especializadas, a sua implementação em grande escala pode ser dispendiosa, envolve o risco de distração do conteúdo educativo, os educadores podem necessitar de formação adicional.

Blended Learning (B-Learning)

Abordagem educativa que combina o ensino tradicional em sala de aula com componentes de aprendizagem digitais, permite flexibilidade para os alunos aprenderem ao próprio ritmo, enquanto beneficiam, simultaneamente, da interação direta com o professor.

Cronologia: surgiu no início da década de 2000, com Michael B. Horn e Heather Staker como principais promotores.

Vantagens: flexibilidade no ritmo e local de aprendizagem, combina as vantagens do ensino presencial com o ensino *online*, pode ser mais apelativo e personalizado.

Desvantagens: requer tecnologias e infraestruturas fiáveis, pode ser difícil para os educadores equilibrarem as duas componentes, pode levar a um acesso desigual motivado por dificuldades digitais ou limitações tecnológicas, requer mais autodisciplina dos estudantes.

Block-based Programming

Técnica educativa em que os alunos aprendem a programar através de uma *interface* visual que representa os conceitos de código como blocos. Esta abordagem simplifica a programação, utiliza a funcionalidade de “arrastar e largar” (do inglês, *drag-and-drop*) para criar estruturas de código, permitindo que os alunos se concentrem na lógica sem as complexidades da sintaxe.

Cronologia: tornou-se popular no final dos anos 2000, com plataformas como o *Scratch*, criada por Mitchel Resnick.

Vantagens: reduz a barreira de entrada na aprendizagem da programação, reduz os erros de sintaxe e promove o raciocínio lógico, incentiva a criatividade e a experimentação de conceitos de codificação.

Desvantagens: pode limitar a exposição à codificação tradicional baseada em texto, pode dificultar a transição para linguagens de programação avançadas, algumas plataformas

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

têm recursos limitados em comparação com as possibilidades das linguagens de programação baseadas em texto.

Bottom-up Learning

Abordagem pedagógica que inicia com conceitos fundamentais e evolui para conceitos mais complexos. Dá prioridade ao domínio das competências básicas.

Cronologia: tem raízes na ciência cognitiva e nas teorias construtivistas da década de 1970.

Vantagens: foco nos conhecimentos fundamentais, progressão lógica, compreensão pormenorizada.

Desvantagens: ritmo mais lento, potencial falta de criatividade e menor destaque para o contexto mais alargado e para o pensamento crítico. Deve ser utilizado em disciplinas estruturadas como a matemática ou o ensino de línguas.

Challenge-based Learning

Metodologia em que os estudantes se envolvem em problemas ou desafios do mundo real para impulsionar a aprendizagem e o desenvolvimento de competências. Incentiva o trabalho de equipa, a resolução de problemas e a criatividade.

Cronologia: no final da década de 2000, com o relatório da Apple “*Challenge Based Learning: An Approach for Our Time*”, que serviu de recurso fundamental para esta abordagem educativa.

Vantagens: incentiva o pensamento crítico e a resolução de problemas, associa a aprendizagem a aplicações do mundo real, promove o trabalho de equipa e a colaboração.

Desvantagens: requer um planeamento rigoroso e a atribuição de recursos, pode não se enquadrar nas estruturas curriculares tradicionais, pode ser difícil de avaliar e medir os resultados.

Computational Thinking

Abordagem pedagógica de resolução de problemas baseada em técnicas e conceitos da ciência da computação. Envolve reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos e ensina a resolver os problemas de forma lógica e estruturada.

Cronologia: conceito introduzido por Seymour Papert na década de 1980 e popularizado por Jeanette Wing nos anos 2000.

Vantagens: desenvolve competências de resolução de problemas, promove o pensamento lógico e estruturado, aplicável a várias áreas e a situações reais.

Desvantagens: requer formação específica dos educadores, pode não ser intuitivo para todos os alunos, a integração em currículos tradicionais pode ser um desafio.

Design Thinking Methodology

Metodologia centrada no aluno ou utilizador, que permite resolver problemas complexos de forma inovadora. É um processo iterativo que promove a colaboração interdisciplinar e a experimentação.

Cronologia: o termo *Design Thinking* foi popularizado na década de 1990, por David Kelley.

Vantagens: estimula a criatividade e inovação, promove a colaboração e o trabalho de equipa, é um processo flexível e iterativo que se adapta a mudanças e a novas informações.

Desvantagens: exige um compromisso significativo de tempo e recursos, os educadores podem necessitar de formação qualificada adicional, a avaliação e a normalização dos resultados pode ser complexa, pode ser difícil de adaptar aos currículos tradicionais.

Educational Escape Rooms (EER)

Também conhecidas como *Digital Educational Escape Rooms (DEER)*, são metodologias que pressupõem a criação de cenários em salas de fuga ou escape (do inglês,

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Escape Rooms) com objetivos educativos. Os alunos resolvem puzzles, encontram pistas e completam tarefas, dentro de um limite de tempo, para sair da sala ou atingir um objetivo.

Cronologia: ganhou popularidade na década de 2010, com educadores como Scott Nicholson.

Vantagens: promove o trabalho de equipa e a colaboração entre os alunos, aumenta o envolvimento dos estudantes através de uma aprendizagem interativa e imersiva, incentiva a resolução de problemas e o pensamento crítico.

Desvantagens: requer planeamento e recursos significativos para conceber os cenários das salas de fuga, pode ser difícil de alinhar com objetivos curriculares específicos, não é adequado para alunos que preferem ambientes de aprendizagem estruturados.

Educational Internet of Things (IoT)

Metodologia de ensino que utiliza dispositivos inteligentes interconectados para melhorar as experiências de aprendizagem. Incorpora tecnologia para criar ambientes interativos, permite recolha e análise de dados em tempo real e aprendizagem adaptativa.

Cronologia: emergiu na década de 2010, com o crescimento da tecnologia IoT.

Vantagens: fornece dados em tempo real para uma aprendizagem personalizada, incentiva experiências práticas com tecnologia inteligente, aumenta a interatividade e o envolvimento na sala de aula.

Desvantagens: requer uma infraestrutura robusta e conhecimentos técnicos especializados, levanta preocupações quanto à privacidade e segurança dos dados, pode ser dispendiosa a sua implementação e manutenção.

Educational Robotics

Metodologia que utiliza atividades baseadas em robótica para ensinar aos alunos conceitos das áreas STEM. Envolve a construção e a programação de robôs, enquanto promove a resolução de problemas e o trabalho de equipa.

Cronologia: tem as suas raízes na década de 1980 e ganhou destaque na década de 1990 com programas como o *LEGO Mindstorms* e figuras como Seymour Papert como referência.

Vantagens: incentiva a aprendizagem prática e a criatividade, desenvolve a capacidade de resolução de problemas e de trabalho de equipa, torna os temas das áreas STEM mais acessíveis e agradáveis.

Desvantagens: requer dispendiosos *kits* e equipamentos de robótica, pode exigir formação especializada dos educadores, pode ser difícil de integrar nos currículos tradicionais.

Example-based Learning

Método de ensino em que os estudantes compreendem conceitos através da análise de exemplos, para assimilar padrões e estratégias de resolução de problemas. Esta abordagem utiliza casos específicos ou cenários práticos para explicar princípios mais amplos e estimula a compreensão através do contexto.

Cronologia: surgiu da psicologia cognitiva na década de 1980, com figuras-chave como Herbert A. Simon.

Vantagens: oferece aplicações práticas e contexto do mundo real, facilita a compreensão através de exemplos concretos, promove a aprendizagem ativa e o pensamento crítico.

Desvantagens: requer uma preparação significativa para obter exemplos relevantes, pode ser menos eficaz sem uma orientação adequada, pode não abranger uma vasta gama de cenários e pode levar a uma aprendizagem limitada ou a uma generalização excessiva.

Experiment Centric Pedagogy (EPC)

Metodologia de ensino que coloca experiências e atividades práticas no centro do processo de aprendizagem. Envolve a utilização de abordagens experimentais para compreender conceitos, incentivando os alunos a um envolvimento direto com materiais físicos e cenários do mundo real.

Cronologia: surgiu na década de 2010, com impulsionadores como Michael Karweit.

Vantagens: incentiva a aprendizagem ativa e o envolvimento direto com conceitos, promove uma experiência mais profunda através da experiência prática, ajuda a desenvolver competências de resolução de problemas e de pensamento crítico.

Desvantagens: requer recursos significativos em termos de equipamento e materiais, pode ser difícil de implementar em turmas numerosas ou em espaços limitados, pode consumir demasiado tempo a preparar e gerir as atividades experimentais.

Exploratory-based Learning

Metodologia de ensino que proporciona aos alunos uma abordagem prática de aprendizagem, ao explorar conceitos, materiais ou ambientes para descobrir novos conhecimentos. Este método enfatiza a criatividade e a investigação autónoma.

Cronologia: tem raízes nas teorias construtivistas da educação de meados do século XX, com figuras-chaves como Jean Piaget.

Vantagens: incentiva a aprendizagem ativa e a curiosidade, promove o pensamento crítico e a resolução de problemas, proporciona uma experiência de aprendizagem flexível e orientada para o aluno.

Desvantagens: pode carecer de estrutura e exigir uma forte orientação por parte dos educadores, a sua aplicação e gestão pode ser morosa, não é adequada para todas as disciplinas, especialmente as que exigem conteúdos estruturados específicos.

Flipped Classroom

Metodologia de ensino em que o conteúdo das aulas tradicionais é apresentado fora da sala de aula, muitas vezes através de vídeos ou materiais *online*, enquanto o tempo da aula é utilizado para atividades interativas, debates e resolução de problemas.

Cronologia: surgiu no início da década de 2000, tendo como figuras-chave Jonathan Bergmann e Aaron Sams, com o livro “*Flip Your Classroom*”.

Vantagens: permite flexibilidade, promove maior envolvimento dos alunos, liberta o tempo de aula para atividades práticas ou de colaboração.

Desvantagens: exige maior tempo de preparação para os professores, impõe que os alunos trabalhem com materiais fora da sala de aula, o que pode não ser adequado para todos, pode exigir uma mudança cultural nos estilos de ensino e aprendizagem.

Game Jamming

Metodologia de ensino em que os alunos participam em eventos de desenvolvimentos de jogos em colaboração, normalmente num período de tempo limitado. Esta abordagem combina criatividade, resolução de problemas e trabalho de equipa para criar jogos ou outras experiências interativas.

Cronologia: ganhou popularidade no início dos anos 2000, com eventos como o *Global Game Jam*.

Vantagens: incentiva a criatividade e a criação rápida de protótipos, promove o trabalho e equipa e a colaboração entre pares, é uma forma prática de aprender programação, arte e *design*.

Desvantagens: ambiente de alta pressão devido aos prazos apertados, possibilidade de dificuldades técnicas, requer recursos e apoio para as infraestruturas técnicas e organização.

Game-based Learning

Abordagem educativa em que os jogos são utilizados como elemento central para facilitar a aprendizagem e o envolvimento dos estudantes. Inclui elementos de jogos para envolver os utilizadores, enquanto atingem objetivos específicos de aprendizagem ou formação.

Nota chave: os denominados jogos sérios (“*serious games*”) estão alinhados com esta abordagem educativa, uma vez que têm como objetivo transmitir conhecimentos ou competências através de experiências lúdicas envolventes e utilizam os jogos como meio principal para a disponibilização de conteúdos educativos.

Cronologia: ganhou destaque no início dos anos 2000, com figuras-chave como James Paul Gee a destacarem o seu potencial para tornar a aprendizagem mais interativa e agradável.

Vantagens: aumenta a motivação dos estudantes, promove a aprendizagem ativa através da resolução de problemas e da interatividade, pode ser adaptado a várias áreas curriculares e níveis de competências.

Desvantagens: requer conhecimentos e recursos de desenvolvimento de jogos, pode ser difícil de alinhar com currículos tradicionais, possibilita o risco de se dar demasiada importância ao entretenimento em detrimento do conteúdo educativo.

Gamification

Metodologia que integra elementos de jogos, como pontos, selos, tabelas de classificação e desafios, em contextos que não são de jogos, como a educação, para aumentar o envolvimento e a motivação. Explora os aspetos motivacionais dos jogos para promover a aprendizagem e a participação.

Cronologia: surge no final da década de 2000, com figuras-chave como Jane McGonigal e Gabe Zichermann.

Vantagens: aumenta a motivação e o empenho dos alunos, torna a aprendizagem agradável e interativa, incentiva a definição de objetivos e metas através de elementos de jogos.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Desvantagens: risco de sobrevalorizar as recompensas em detrimento dos resultados de aprendizagem, requer uma construção cuidadosa para evitar a superficialidade da metodologia, pode não ser adequada a todos os estilos de aprendizagem e provocar stress associado à competição.

Inquiry-based Learning

Abordagem educativa que incentiva os alunos a fazerem perguntas, investigarem e explorarem tópicos para obterem uma compreensão mais profunda.

Cronologia: surgiu na década de 1970, inspirada pelo movimento da educação progressista.

Vantagens: promove o pensamento crítico e a resolução de problemas, fomenta a curiosidade e a autonomia dos alunos, incentiva o envolvimento profundo com o material de aprendizagem.

Desvantagens: pode ser um estilo de ensino menos estruturado, exigindo uma forte orientação dos educadores, pode demorar mais tempo a incluir determinados tópicos, exige educadores com competências para facilitar a exploração aberta.

Integrative Learning

Metodologia educativa que incentiva os alunos a interligarem várias disciplinas, contextos e experiências. Dá especial destaque à síntese de conhecimentos de diversas origens para promover uma compreensão mais profunda de questões complexas.

Cronologia: tem raízes na década de 1970, com figuras-chave como Ernest L. Boyer que defendia o ensino interdisciplinar.

Vantagens: promove o pensamento interdisciplinar e a resolução de problemas, incentiva uma compreensão abrangente de temas complexos, promove a compreensão dos alunos sobre a aplicação de conceitos integrados no mundo real.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Desvantagens: pode ser difícil de estruturar e implementar de forma eficaz, requer profissionais de educação com experiência em várias disciplinas e pode não se encaixar plenamente nas estruturas curriculares tradicionais.

Intelligent Tutoring Systems (ITS)

Tecnologia de ensino que utiliza inteligência artificial para dar instruções e *feedback* personalizados aos alunos. Estes sistemas adaptam-se aos estilos, ritmos e necessidades individuais de aprendizagem, e simulam a orientação oferecida por um professor humano.

Cronologia: surgiu na década de 1970, com figuras-chave como Jaime Carbonell e outros investigadores de inteligência artificial.

Vantagens: oferece experiências de aprendizagem personalizadas, fornece *feedback* e orientação em tempo real, pode identificar e colmatar lacunas de aprendizagem específicas.

Desvantagens: complexidade do desenvolvimento, uma vez que requer algoritmos e tecnologia de inteligência artificial complexos, levanta preocupações quanto à privacidade e segurança dos dados, pode ser dispendiosa a sua implementação e manutenção.

Interactive Learning

Metodologia educativa que privilegia o envolvimento e a participação ativa dos alunos. Envolve uma variedade de técnicas interativas para criar uma experiência de aprendizagem imersiva, tais como debates, atividades de grupo, trabalhos práticos e ferramentas multimédia.

Cronologia: ganhou força na década de 1990, em sintonia com as teorias educativas construtivistas.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Vantagens: aumenta o envolvimento e a participação dos estudantes, promove a aprendizagem ativa e a retenção de informação, incentiva a colaboração e o trabalho de equipa.

Desvantagens: requer mais planeamento e dinamização por parte dos educadores, pode ser difícil de aplicar em turmas numerosas, pode exigir recursos intensivos em termos de tecnologia e materiais.

Inverted Learning

Também conhecida como aprendizagem invertida, esta abordagem pedagógica inverte a dinâmica tradicional da sala de aula, pois os conteúdos didáticos são abordados fora da aula, normalmente através de vídeos ou materiais *online*. O tempo de aula é utilizado para atividades interativas, debates e resolução colaborativa de problemas.

Cronologia: surgiu no início dos anos 2000, popularizado por educadores como Jonathan Bergmann e Aaron Sams.

Vantagens: permite que os alunos aprendam ao seu próprio ritmo fora da sala de aula, promove a aprendizagem ativa e a colaboração durante o tempo de aula, dá flexibilidade aos educadores para se focarem em atividades interativas.

Desvantagens: exige a autodisciplina dos alunos para uma aprendizagem eficiente, o que pode não ser adequado para todos, os professores têm de preparar recursos completos para a aprendizagem em casa, pode exigir uma mudança cultural nas abordagens de ensino para ser eficaz.

Kolb's Experiential Learning Cycle

Modelo de ensino que enfatiza a importância da experiência na aprendizagem. Apresenta uma base de quatro estágios de aprendizagem (ciclos) e oferece uma aprendizagem mais profunda e significativa, ao ensinar os alunos a aplicar os conceitos em situações práticas.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Cronologia: desenvolvido por David A. Kolb nos anos 70, baseado nas teorias de aprendizagem experiencial de John Dewey, Kurt Lewin e Jean Piaget.

Vantagens: a sua natureza interativa tende a aumentar a motivação dos alunos, facilita a aquisição de competências práticas que podem ser aplicadas em contextos reais, pode ser utilizado em diversas áreas e adapta-se a diferentes estilos de aprendizagem.

Desvantagens: requer mais tempo e recursos para implementar as atividades práticas, os resultados podem variar amplamente entre os alunos, a avaliação pode ser subjetiva, o educador necessita de competências específicas para potenciar as experiências.

Learner-Centered Education (LCE)

Metodologia educativa que coloca o foco nas necessidades, interesses e estilos de aprendizagem de cada aluno. Envolve a adaptação do ensino para se ajustar a diferentes alunos e incentiva a participação ativa, a aprendizagem autónoma e percursos educativos personalizados.

Cronologia: ganhou impulso no final do século XX, com os principais proponentes, como Carl Rogers, a promoverem a importância do papel do aluno no processo educativo.

Vantagens: promove a autoaprendizagem e a autonomia dos alunos, incentiva a participação ativa e a motivação espontânea e pode responder a uma multiplicidade de estilos e preferências de aprendizagem.

Desvantagens: requer métodos de ensino flexíveis e adaptáveis, pode ser difícil de implementar em turmas grandes ou em contextos tradicionais, pode exigir mais tempo e recursos para instrução e apoio personalizados.

Learning-by-doing

Metodologia de ensino que coloca o principal foco na experiência prática para adquirir conhecimentos e competências. Esta abordagem incentiva os alunos a participarem em

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

atividades, projetos ou experiências para compreenderem os conceitos através da experiência direta.

Cronologia: ganhou proeminência no início do século XX, tendo como figura-chave o filósofo da educação John Dewey.

Vantagens: proporciona um contexto real e uma experiência prática, incentiva a aprendizagem ativa e a retenção de conhecimentos, desenvolve a capacidade de resolução de problemas e o espírito crítico.

Desvantagens: requer mais recursos e equipamento para atividades práticas, pode ser difícil de estruturar e avaliar os resultados da aprendizagem, não é adequada para todas as disciplinas ou ambientes educativos.

Maker Methodology

Abordagem educativa que salienta a aprendizagem prática através da criação, construção e experimentação. Inspirada no conceito “*do it yourself*”, promove a capacidade de resolução de problemas, criatividade e inovação. Envolve a utilização de ferramentas e tecnologias diversas.

Cronologia: tem raízes na década de 1970, na cultura “*do it yourself*” e foi popularizada pelo movimento *Maker* em 2000.

Vantagens: promove o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem, que se torna mais motivador, incentiva a colaboração entre os alunos, estimula a criatividade e capacidade de inovação, desenvolve o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas.

Desvantagens: requer acesso a materiais e tecnologias que poderão ser dispendiosos ou não estar disponíveis, exige tempo de planeamento significativo por parte dos educadores, que podem necessitar de formação específica, a avaliação pode ser mais subjetiva e difícil de normalizar.

Massive Open Online Courses (MOOCs)

Os MOOC são cursos *online* que permitem a inscrição de um grande número de participantes que podem aprender ao seu próprio ritmo, muitas vezes de forma gratuita ou com baixo custo, geralmente assíncronos, com aulas em vídeo, tarefas e fóruns de interação.

Cronologia: ganhou popularidade no início da década de 2010, com plataformas como *Coursera* e *edX*.

Vantagens: permite o acesso global a recursos educativos e de aprendizagem, oferece flexibilidade em termos de ritmo e de horários, pode atrair uma base de estudantes diversificada e em grande escala.

Desvantagens: tem taxas de abandono mais elevadas em comparação com os cursos tradicionais, pode não existir *feedback* personalizado e interação com os instrutores, pode evidenciar dificuldades no envolvimento e na retenção dos alunos devido à sua larga escala.

Mobile-based Learning

Também conhecida como *M-learning*, é uma metodologia de ensino que utiliza dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets*, para fornecer conteúdos educativos e facilitar a aprendizagem. Permite que a aprendizagem ocorra em qualquer lugar e a qualquer momento, proporcionando flexibilidade e acessibilidade.

Cronologia: tornou-se popular na década de 2010 com a expansão da tecnologia móvel.

Vantagens: oferece flexibilidade e portabilidade, permitindo a aprendizagem em qualquer lugar, dá acesso a uma gama diversificada de conteúdos multimédia, incentiva a aprendizagem ao próprio ritmo e as experiências personalizadas.

Desvantagens: requer um acesso fiável à internet e dispositivos compatíveis, pode levar a distrações ou a uma menor concentração durante a aprendizagem, levanta preocupações sobre o tempo de exposição a ecrãs e na capacidade de manter a atenção.

Online Judging

Metodologia de ensino utilizada no ensino da programação e em contextos de programação competitiva, em que as submissões de código são automaticamente avaliadas por um sistema. Esta abordagem permite que os alunos ou os concorrentes submetam o seu código a uma avaliação automática para receberem um *feedback* instantâneo sobre a correção e o desempenho.

Cronologia: emergiu no início dos anos 2000, com plataformas como *UVa Online Judge* e, mais tarde, *Codeforces* e *LeetCode*.

Vantagens: possibilita a avaliação remota, permitindo que possam ser avaliados a partir de qualquer lugar, pode ser utilizada em grandes concursos ou projetos, pode fornecer *feedback* rápido e pontuação automática para determinadas tarefas.

Desvantagens: pode carecer da interação pessoal e do *feedback* detalhado da avaliação presencial, pode promover uma abordagem de tentativa-erro, requer plataformas e infraestruturas técnicas fiáveis.

Outcome-based Learning

Abordagem educativa centrada na aquisição de resultados de aprendizagem ou competências específicas. Dá destaque ao que se espera que os alunos saibam, compreendam e sejam capazes de fazer depois de concluírem um curso ou programa.

Cronologia: surgiu na década de 1990, quando as instituições de ensino passaram a adotar objetivos de aprendizagem mensuráveis.

Vantagens: define claramente as competências e os conhecimentos esperados dos estudantes, facilita a avaliação com base em resultados mensuráveis, alinha o ensino com as normas industriais e profissionais.

Desvantagens: pode encorajar o “ensino para o teste” em vez de promover uma aprendizagem mais alargada, pode ser rígido, sem flexibilidade para percursos de aprendizagem individualizados, requer uma conceção cuidadosa para garantir que os resultados são abrangentes e significativos.

Out-of-the-box Learning

Metodologia de ensino que incentiva abordagens criativas e não convencionais à aprendizagem. Questiona os métodos tradicionais ao envolver a exploração de novas perspetivas e promover a inovação.

Cronologia: ganhou força na década de 2000, quando os educadores procuraram incentivar o pensamento crítico e a criatividade nos alunos.

Vantagens: promove a criatividade e a resolução inovadora de problemas, incentiva a flexibilidade e a adaptabilidade na aprendizagem, pode conduzir a perspetivas únicas e a novas formas de compreender os conceitos.

Desvantagens: pode carecer de estrutura, o que constitui um desafio para alguns alunos, pode ser difícil de avaliar e alinhar com as regras curriculares tradicionais, requer educadores que optem por abordagens não convencionais.

Peer Instruction/Review

Abordagem pedagógica em que os alunos participam na aprendizagem em colaboração, ao instruir ou rever o trabalho uns dos outros. Foi desenhada para promover uma compreensão mais profunda, o pensamento crítico e a aprendizagem colaborativa.

Cronologia: ganhou proeminência no início da década de 1990, com o professor de física de Harvard, Eric Mazur, que popularizou a instrução entre pares para melhorar a compreensão conceptual.

Vantagens: promove a aprendizagem colaborativa e o trabalho em equipa, incentiva a participação ativa e o debate entre os alunos, reduz a carga de trabalho de classificação do professor, fornece *feedback* imediato.

Desvantagens: requer uma facilitação cuidadosa do professor para garantir um *feedback* construtivo, pode levar a uma qualidade inconsistente das avaliações dos pares, pode ser difícil para os alunos que preferem ambientes de aprendizagem estruturados.

Performance-based Learning

Abordagem educativa em que os alunos são avaliados com base na sua capacidade de realizar tarefas específicas ou demonstrar competências, em vez dos tradicionais exames ou avaliações escritas. Esta abordagem destaca as competências práticas, a aplicações no mundo real e a avaliação baseada em projetos.

Cronologia: tornou-se popular na década de 1990, quando as instituições de ensino adotaram o ensino com base em competências.

Vantagens: centra-se nas competências práticas e nas aplicações do mundo real, proporciona uma visão mais abrangente das capacidades dos alunos, incentiva a aprendizagem ativa e a participação dos alunos.

Desvantagens: pode exigir mais recursos do que as avaliações tradicionais, requer critérios claros e uma conceção cuidadosa para garantir equidade, pode ser difícil de implementar em grande escala ou em testes normalizados.

Pipeline Teaching

Metodologia que enfatiza uma abordagem estruturada e passo a passo da educação, em que cada fase de aprendizagem se baseia na anterior. Centra-se na construção de competências fundamentais em cada fase, com um caminho claro que conduz a tópicos avançados ou competências específicas. Este conceito é amplamente utilizado no contexto de áreas especializadas como o desenvolvimento de *software*, engenharia ou produção artística, onde os processos seguem uma sequência lógica.

Cronologia: ganhou força no início dos anos 2000, com o aparecimento da metodologia *Agile* e de outras ferramentas estruturadas.

Vantagens: oferece um percurso de aprendizagem estruturado e claro, assegura que se obtêm as competências fundamentais antes de avançar para tópicos complexos, promove a disciplina e a ordem.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Desvantagens: pode ser rígido e menos adaptável aos estilos de aprendizagem individuais, pode limitar a flexibilidade para a exploração interdisciplinar, requer um planeamento cuidadoso e alinhamento com as regras educativas.

Place-based Education

Abordagem de ensino que associa a aprendizagem a ambientes, comunidades e culturas locais, promovendo uma compreensão mais profunda do mundo. Dá destaque a experiências práticas, ao envolvimento da comunidade e à aprendizagem interdisciplinar.

Cronologia: tornou-se popular na década de 1990, com figuras-chave como David Sobel e alguns movimentos educativos.

Vantagens: relaciona a aprendizagem ao ambiente local e à comunidade, incentiva a aprendizagem experimental e o trabalho no terreno, promove um sentido de gestão e de responsabilidade cívica.

Desvantagens: pode exigir um planeamento e recursos significativos para as atividades exteriores, pode ser difícil alinhar com currículos normalizados, a aplicabilidade é limitada em ambientes remotos ou altamente urbanizados que não tenham uma forte identidade local.

Problem-based Learning

Metodologia de ensino em que os alunos aprendem através da resolução ativa de problemas complexos do mundo real. Dá especial importância ao pensamento crítico, ao trabalho em equipa e à aprendizagem autónoma, com os alunos a trabalhar em grupo para encontrar soluções e o professor a desempenhar o papel de orientador.

Cronologia: popularizado na década de 1960 no ensino de medicina, com Howard S. Barrows como figura-chave.

Inovação Pedagógica no Ensino da Programação: Mapeamento da Literatura

Vantagens: enfatiza o pensamento crítico e as capacidades de resolução de problemas, promove o trabalho em equipa e a colaboração entre os estudantes, favorece a autoaprendizagem e a autonomia.

Desvantagens: requer planeamento e acompanhamento extensivos por parte dos profissionais de educação, pode ser difícil de implementar em estruturas curriculares tradicionais, pode não se adequar a todos os estudantes, uma vez que exige participação ativa e iniciativa.

Programming-by-demonstration (PbD)

Metodologia em que os alunos aprendem conceitos de programação através da demonstração de ações específicas a um *software*, que depois traduz essas ações em código ou *scripts*, o que simplifica o processo de aprendizagem para os principiantes. É também uma abordagem de ensino ativa, em que os alunos, em vez de se limitarem a conhecer conceitos teóricos de programação, aprendem através da experiência prática e os professores podem acompanhá-los no processo de resolução de problemas, ao mostrar técnicas de codificação e métodos de resolução de problemas, para ajudar os alunos a compreender a aplicação dos princípios de programação.

Cronologia: surgiu na década de 1990 e ganhou força no início da década de 2000, à medida que as ferramentas de aprendizagem interativas se tornaram mais comuns.

Vantagens: proporciona uma forma visual e prática de aprender programação, facilita o *feedback* imediato e a correção durante as demonstrações, incentiva a aprendizagem através de exemplos orientados e do apoio do educador.

Desvantagens: pode ser menos eficaz para os alunos que necessitam de prática, pode não responder a diversos estilos de aprendizagem, uma vez que alguns alunos precisam de mais envolvimento, depende muito da capacidade do professor para demonstrar de forma eficaz e clara.

Project-based Learning

Abordagem pedagógica em que os alunos trabalham em projetos complexos ao longo do tempo, onde exploram problemas do mundo real e adquirem competências práticas. Dá importância à investigação orientada pelo aluno, ao trabalho de equipa e à aprendizagem prática.

Cronologia: ganhou destaque no final da década de 1920, com especialistas em educação como John Dewey.

Vantagens: incentiva o pensamento crítico e a resolução de problemas, promove a colaboração e o trabalho de equipa entre os estudantes, estimula o envolvimento através da aprendizagem de problemas do mundo real.

Desvantagens: requer tempo e recursos de planeamento significativos, pode ser difícil de conciliar com testes normalizados ou requisitos curriculares, depende muito da orientação eficaz do professor e da gestão de sala de aula.

Self-Regulated Learning (SRL)

Metodologia de ensino em que os alunos assumem o controlo ativo do seu próprio processo de aprendizagem, incluindo a definição de objetivos, o acompanhamento dos progressos e a reflexão sobre os resultados. Dá ênfase à autonomia e à responsabilidade na aprendizagem.

Cronologia: surgiu no final do século XX, com psicólogos educacionais como Barry J. Zimmerman a explorarem o papel da autorregulação no sucesso académico.

Vantagens: incentiva a autonomia e a responsabilidade do aluno, desenvolve competências em matéria de definição de objetivos, gestão de tempo e autoavaliação, pode melhorar a motivação e o desempenho académico.

Desvantagens: requer um ambiente de apoio que promova a independência, pode ser um desafio para os alunos com dificuldades de autodisciplina ou motivação, pode exigir orientação e recursos adicionais dos educadores.

Simulation-based Learning

Abordagem educativa que utiliza ambientes simulados para reproduzir cenários do mundo real em contextos educativos. Esta abordagem permite que os alunos pratiquem competências, tomem decisões e experimentem consequências num ambiente controlado.

Cronologia: ganhou força na década de 1980, em domínios como a medicina, a aviação e a engenharia, com o aparecimento das simulações em computador.

Vantagens: oferece um ambiente seguro para a prática de competências de alto risco, facilita a aprendizagem experimental e o pensamento crítico, pode ser adaptado a várias necessidades educativas.

Desvantagens: requer tecnologia e recursos sofisticados, pode não captar totalmente a complexidade das situações do mundo real, o seu desenvolvimento e manutenção podem ser dispendiosos e morosos.

Small Private Online Courses (SPOCs)

Os SPOCs são cursos *online* mais pequenos que requerem candidatura ou aprovação para a adesão. Estes cursos oferecem uma atenção mais personalizada, experiências de aprendizagem interativas e uma melhor interação aluno-professor. Esta metodologia surgiu como resposta aos problemas de escalabilidade e às elevadas taxas de abandono associadas aos MOOC e representa uma evolução do ensino *online*.

Cronologia: em meados da década de 2010, conceito introduzido pelo professor de Harvard Armando Fox.

Vantagens: *feedback* personalizado, oportunidades de colaboração, promove maior interação.

Desvantagens: acesso limitado, custos mais elevados para as instituições, requer mais recursos por aluno.

STEM/STEAM Methodology

Abordagens educativas que integram disciplinas de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM) ou de Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM) para promoverem a criatividade, o pensamento crítico e as competências de resolução de problemas. Incentivam a interdisciplinaridade e a resolução de problemas do mundo real.

Cronologia: a educação STEM teve origem nos Estados Unidos no início da década de 2000, com a sua expansão para STEAM a ser impulsionada, a partir de 2008, por figuras-chave como Georgette Yakman.

Vantagens: incentiva a criatividade e a inovação, promove a aprendizagem interdisciplinar, envolve os alunos com interesses diversos e aumenta a sua capacidade de abordar os problemas a partir de múltiplas perspetivas.

Desvantagens: a implementação pode exigir recursos intensivos, requer profissionais de educação qualificados em várias áreas curriculares, a avaliação pode ser complexa devido à sua natureza interdisciplinar.

Summer Bridge Programs

Programas educativos realizados durante o verão para auxiliar na transição entre diferentes níveis de educação. Incluem componentes académicas, sociais e de desenvolvimento pessoal, com principal foco em reduzir lacunas na aprendizagem e preparar os alunos para os novos desafios académicos.

Cronologia: tem origem na década de 1960.

Vantagens: melhora as capacidades dos alunos em áreas estratégicas, proporciona apoio personalizado, melhora as taxas de aprovação dos alunos ao longo do seu percurso académico.

Desvantagens: a sua implementação pode exigir recursos financeiros significativos, exige um grande compromisso dos alunos em momentos de pausa letiva, pode implicar esforços adicionais para o educador relacionados com a construção e o planeamento do programa.

Task-based Learning

Metodologia de ensino em que os alunos aprendem através da participação em tarefas ou atividades desenhadas para aplicar e desenvolver competências específicas. É habitualmente utilizada no ensino das línguas, em que as tarefas simulam situações da vida real para incentivar a utilização prática da língua.

Cronologia: ganhou força no final do século XX, com figuras-chave como Jane Willis.

Vantagens: incentiva a aplicação prática das competências em contextos realistas, promove a aprendizagem ativa e a participação dos alunos, fomenta o trabalho em equipa e a colaboração entre os alunos.

Desvantagens: requer uma conceção cuidadosa das tarefas para garantir que os objetivos de aprendizagem são atingidos, pode ser difícil alinhar com os métodos de avaliação tradicionais, pode exigir muitos recursos, dependendo da complexidade das tarefas.

Technology-Enhanced Learning (TEC)

Método de ensino que integra tecnologia para melhorar a experiência educativa e facilitar o processo de aprendizagem. Inclui uma variedade de ferramentas e recursos tecnológicos, como computadores, *softwares* educativos, plataformas de aprendizagem *online*, entre outros.

Cronologia: tem raízes nos 60, apresentando maior expansão a partir dos anos 90 com o avanço da internet e das tecnologias digitais.

Vantagens: acesso flexível ao conteúdo educativo, aumenta a motivação dos alunos e torna a aprendizagem mais envolvente, promove a autonomia e a responsabilidade dos alunos em relação ao próprio processo de aprendizagem.

Desvantagens: requer literacia digital, acesso fiável à internet, recursos adicionais e esforço extra dos profissionais de educação, pode carecer da interação pessoal das salas de aula tradicionais, pode não conseguir manter o empenho e a motivação dos alunos.

Virtual Laboratory-based Learning

Metodologia que utiliza ambientes simulados de laboratórios para ensinar conceitos científicos e técnicos. Os alunos interagem com equipamento de laboratório virtual para realizar experiências, permitindo uma experiência de aprendizagem segura e acessível.

Cronologia: ganhou popularidade no final da década de 2010, com Jeremy Roschelle e outros educadores a defenderem a sua utilização nas áreas STEM.

Vantagens: oferece um ambiente seguro para experiências complexas ou arriscadas, reduz os custos associados à instalação de laboratórios físicos, proporciona flexibilidade em termos de localização e horários de acesso.

Desvantagens: não existe o *feedback* palpável dos laboratórios tradicionais, requer tecnologia e infraestruturas fiáveis, maior tempo de preparação e planeamento, pode não reproduzir totalmente as experiências de laboratório do mundo real.

Virtual Reality (VR)

Metodologia de ensino imersiva que utiliza ambientes virtuais para melhorar as experiências de aprendizagem. Esta abordagem permite que os alunos interajam com cenários simulados, o que promove o envolvimento e a aprendizagem experimental e proporciona uma aprendizagem prática sem limitações físicas.

Cronologia: surgiu na década de 1990, com as primeiras experiências no mundo académico, e ganhou popularidade no final da década de 2010, com o progresso nos desenvolvimentos de *hardware* acessível.

Vantagens: proporciona experiências imersivas e envolventes, facilita a aprendizagem experimental, pode simular cenários complexos em segurança.

Desvantagens: custo elevado da tecnologia de realidade virtual, requer conhecimentos técnicos e tempo adicional para a instalação e manutenção, pode causar desorientação (*motion sickness*) a alguns utilizadores.

Web-based Learning

Metodologia educativa que utiliza a internet para fornecer conteúdos educativos e aceder a recursos educativos. Inclui cursos *online*, módulos interativos e recursos digitais.

Cronologia: surgiu no final da década de 1990, com a expansão do acesso à internet.

Vantagens: proporciona um ambiente de aprendizagem flexível e acessível a partir de qualquer lugar, bom custo-benefício em comparação com as salas de aula tradicionais, oferece variadas opções de recursos multimédia.

Desvantagens: requer literacia digital, um acesso fiável à internet, recursos adicionais e esforço extra dos profissionais de educação, pode carecer da interação pessoal das salas de aula tradicionais, pode não conseguir manter o empenho e a motivação dos alunos.

Work-integrated learning (WIL)

Metodologia de ensino que combina o ensino académico com a experiência prática de trabalho. Inclui estágios e aprendizagem prática, proporciona experiências no mundo real e a aquisição de competências relevantes para a indústria.

Cronologia: tornou-se amplamente reconhecido no final do século XX, com as instituições de ensino a colaborarem com as empresas para ultrapassar o hiato entre a teoria e a prática.

Vantagens: oferece experiência prática e exposição à indústria, ajuda os estudantes a construir redes profissionais e a preparar-se para a realidade laboral, facilita a aplicação de conhecimentos académicos em contextos reais.

Desvantagens: pode apresentar uma logística complexa, que envolve a coordenação entre instituições de ensino e empresas, originar oportunidades desiguais, requerer planeamento e apoio significativos para os estudantes em contexto de trabalho.