

ChatGPT como catalisador do Pensamento Crítico e Criativo*

ChatGPT as a catalyst for Critical and Creative Thinking

ChatGPT como catalizador del Pensamiento Crítico y Creativo

Rosa Sandra Paiva**

 <https://orcid.org/0000-0002-0155-916X>

António Pedro Costa***

 <https://orcid.org/0000-0002-4644-5879>

Luís Paulo Reis****

 <https://orcid.org/0000-0002-4709-1718>

Resumo: Para dar resposta às exigências atuais de desenvolvimento de capacidades e de disposições de Pensamento Crítico e Criativo (PCC), foi concebido o Modelo de Aprendizagem de PCC com recurso a um modelo de Inteligência Artificial Generativa – o ChatGPT – para alunos do ensino secundário. O Modelo (PCC_IAGen) apresenta seis etapas, nas quais o ChatGPT surge como mentor, ferramenta e simulador. Este estudo tem como objetivos caracterizar os alunos através da aplicação de um Teste de Pensamento Crítico e Criativo e uma Escala de Disposições de Pensamento Crítico e compreender como evoluem as capacidades e as disposições após a aplicação do modelo PCC_IAGen. O estudo realizou-se em Portugal, envolvendo 23 alunos do 12º ano. Os alunos tiveram um nível inicial elevado de capacidades e de disposições de PCC e, também, uma melhoria moderada das capacidades e um aumento significativo nas disposições, especialmente entre os alunos com pontuações iniciais mais baixas.

Palavras-chave: Resolução de problemas. Modelo de Aprendizagem de Pensamento Crítico e Criativo. Inteligência Artificial Generativa.

* O trabalho do primeiro autor é financiado por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), I.P., no âmbito do projeto 2022.13236.BD e do CIDTFF (projetos UIDB/00194/2020 e UIDP/00194/2020). O trabalho do segundo autor é financiado pelos mesmos fundos, no âmbito do Estímulo ao Emprego Científico – Apoio Institucional – [CDL-CTTRI-248-SGRH/2022] e do CIDTFF (projetos UIDB/00194/2020 e UIDP/00194/2020). O trabalho do terceiro autor é financiado pelo LIACC (projetos UIDB/00027/2020 e UIDP/00027/2020).

** Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Departamento da Educação e Psicologia, Universidade Aveiro e Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência de Computadores (LIACC), Investigadora, Estudante de Doutoramento. *E-mail:* <sandra.querercher@gmail.com>.

*** Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Departamento de Educação e Psicologia (DEP), Universidade de Aveiro (UA), Investigador Principal. *E-mail:* <apcosta@ua.pt>.

**** Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, LIACC (membro do LASI/LA), Professor Associado. *E-mail:* <lpreis@fe.up.pt>.

Abstract: To address the current demands for the development of skills and dispositions in Critical and Creative Thinking (CCT), the CCT Learning Model was designed using a Generative Artificial Intelligence model—ChatGPT—for high school students. The Model (CCT_GenAI) encompasses six stages, in which ChatGPT acts as a mentor, tool, and simulator. This study aims to characterize the students through the application of a Critical and Creative Thinking Test and a Scale of Critical Thinking Dispositions, and to understand how skills and dispositions evolve after implementing the CCT_GenAI model. The study was conducted in Portugal, involving 23 12th-grade students. The students demonstrated a high initial level of CCT skills and dispositions, as well as a moderate improvement in skills and a significant increase in dispositions, particularly among students with lower initial scores.

Keywords: Problem solving. Critical and Creative Thinking Learning Model. Generative Artificial Intelligence.

Resumen: Para responder a las demandas actuales de desarrollo de habilidades y disposiciones de Pensamiento Crítico y Creativo (PCC), se diseñó el Modelo de Aprendizaje de PCC utilizando un modelo de Inteligencia Artificial Generativa: ChatGPT, dirigido a estudiantes de educación secundaria. El Modelo (PCC_IAGen) consta de seis etapas, en las cuales ChatGPT actúa como mentor, herramienta y simulador. Los objetivos de este estudio fueron caracterizar a los estudiantes mediante la aplicación de una Prueba de Pensamiento Crítico y Creativo y una Escala de Disposiciones de Pensamiento Crítico, y comprender cómo evolucionan las habilidades y las disposiciones tras la implementación del modelo PCC_IAGen. El estudio se llevó a cabo en Portugal, involucrando a 23 estudiantes de 12.º grado. Los estudiantes mostraron un alto nivel inicial de habilidades y disposiciones de PCC, así como una mejora moderada en las habilidades y un aumento significativo en las disposiciones, especialmente entre los estudiantes con puntuaciones iniciales más bajas.

Palabras clave: Resolución de problemas. Modelo de Aprendizaje del Pensamiento Crítico y Creativo. Inteligencia Artificial Generativa.

Introdução

O mundo está a mudar rapidamente. Esta mudança distingue-se das demais mudanças da história pelo seu ritmo. Atualmente, a pergunta educacional mais importante é: “Como adaptar a educação dos nossos filhos a essas mudanças exponenciais e contínuas?” (Prensky, 2017, p. 1). Os educadores nunca estiveram perante os desafios dos nossos dias (Porcheddu; Rezende; Bulgarelli, 2009).

O presente estudo visa dar resposta às exigências atuais através da investigação do desenvolvimento das competências de Pensamento Crítico e Criativo (PCC) e das disposições de Pensamento Crítico (PC) em alunos do ensino secundário, utilizando o modelo de aprendizagem colaborativa baseado em Inteligência Artificial Generativa (IAGen), designado como Modelo PCC_IAGen. A avaliação global sugere que, ao ingressarem no ensino superior, muitos estudantes ainda apresentam competências de PCC em níveis “Em desenvolvimento”, especialmente no que toca ao pensamento crítico e criativo, sublinhando a importância de práticas pedagógicas que promovam estas capacidades (Helaluddin *et al.*, 2023; Van Damme *et al.*, 2023).

Para responder a estas necessidades, o estudo propôs um modelo de resolução de problemas reais interdisciplinares que integra o uso do ChatGPT, adaptado a partir dos papéis propostos por Mollick e Mollick (2023), onde o ChatGPT atuou como mentor, ferramenta e simulador nas diferentes fases de desenvolvimento do PCC. A estrutura do modelo foi baseada na matriz do Teste de Pensamento Crítico e Criativo (TPCC) de Lopes, Silva e Morais (2018), o que garantiu uma abordagem integrada e alinhada para medir as capacidades de pensamento crítico e criativo.

O estudo pretendeu responder à questão de investigação: Quais são os instrumentos eficazes para avaliar o PCC, e como evoluem as capacidades e as disposições dos alunos após a

aplicação do modelo PCC_IAGen? E atender aos três objetivos inerentes: (1) identificar instrumentos eficazes para avaliar as capacidades de PCC e disposições de PC; (2) caracterizar os níveis iniciais das capacidades de PCC e das disposições de PC dos alunos; e (3) analisar os resultados obtidos antes e após a aplicação do Modelo PCC_IAGen.

Contextualização e relevância do Pensamento Crítico e Criativo (PCC)

Segundo a *Organisation for Economic Co-operation and Development* – OECD (2019), no contexto global e de avanços tecnológicos, as capacidades essenciais para prosperar no local de trabalho e nas sociedades modernas são capacidades transversais, como a resolução de problemas complexos, o pensamento crítico, o trabalho em equipa, a resiliência e a adaptabilidade.

No mundo líquido moderno, de fato, a solidez das coisas, tanto quanto a solidez das relações humanas, vem sendo interpretada como uma ameaça: qualquer juramento de fidelidade, compromissos a longo prazo, prenunciam um futuro sobrecarregado de vínculos que limitam a liberdade de movimento e reduzem a capacidade de agarrar no vóo as novas e ainda desconhecidas oportunidades (Porcheddu; Rezende; Bulgarelli, 2009, p. 662).

Para atender às exigências atuais, o Plano de Bolonha, de 1999, identificou como elemento-chave a modificação e adaptação do ensino tradicional e a promoção da aprendizagem centrada no aluno (Cuadrado; Constantin, 2021). O mercado de trabalho global, orientado para a inovação, valoriza as competências transversais, como o PC e a resolução de problemas. Os empregadores recorrem, cada vez mais, às suas próprias práticas de avaliação, subvalorizando os graus e qualificações do ensino superior (Van Damme *et al.*, 2023).

Atualmente, consideram-se quatro competências principais, designadas como os 4 C's (Helaluddin *et al.*, 2023): pensamento crítico, criativo, colaborativo e comunicativo, as quais são desenvolvidas num contexto de aprendizagem ativa ou centrada no aluno. Isto requer uma grande mudança na aprendizagem, que estimule os alunos a pensar criticamente sobre um conteúdo ou um problema, a colaborar com os colegas, a ter capacidade criativa na resolução de um problema e a comunicar as ideias oralmente e através da escrita (Thamrin *et al.*, 2023).

A resolução de problemas enquanto modelo pedagógico – a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) – promove o desenvolvimento de competências do século XXI, especificamente as competências de pensamento de ordem superior, incluindo a análise, o PC, a resolução de problemas e a criação (Gasmi; Al Nadabi, 2023; Nurrijal *et al.*, 2023).

Critical thinking is a complex mental skill characterized by high sensitivity to the situation or problem, includes rules and self-controls for correction, and relies on certain criteria until a judgment or solution is reached far from bias, traditional opinions, and external and internal influences¹ (Al-Massarweh *et al.*, 2024, p. 5).

Já o pensamento criativo

[...] is a complex and purposeful mental activity guided by a strong desire to search for solutions or reach original results that were not previously known. It is characterized by comprehensiveness and complexity because it involves overlapping cognitive, emotional,

¹ “O pensamento crítico é uma habilidade mental complexa, caracterizada por uma elevada sensibilidade à situação ou problema, que inclui regras e autocontrolo para correção, e baseia-se em determinados critérios até que se alcance um juízo ou solução, afastando-se de preconceitos, opiniões tradicionais e influências externas e internas” (Al-Massarweh *et al.*, 2024, p. 5, tradução própria).

and moral elements that constitute a unique state of mind² (Al-Massarweh et al., 2024, p. 5)

O PC e o pensamento criativo estão interligados, pelo que o PC incentiva e melhora a criatividade (Bradley; Price, 2016). Ambos os pensamentos são inseparáveis: por um lado, a capacidade crítica domina o processo de avaliar ou julgar; por outro lado, a capacidade criativa domina o processo de fazer ou produzir. Assim, ao pensar simultaneamente, produz-se e avalia-se, gera-se e julga-se os produtos que se constroem (Paul; Elder, 2005).

Desafios educacionais na promoção do PCC

A avaliação do PC e das competências de comunicação escrita de estudantes, conduzida pela OECD e pelo *Council for Aid to Education* (CAE), revelou que, em média - 1.086 (DP = 134) -, estudantes que ingressam no ensino superior apresentam desempenho classificado como *Em desenvolvimento*, numa escala de cinco níveis: *Emergente*, *Em desenvolvimento*, *Proficiente*, *Realizado* e *Avançado*. No final dos cursos, alcançam o nível de *Proficiente*, em média - 1.097 (DP = 138) -, contudo, a distribuição é bastante desigual, com metade dos graduados ainda nos dois níveis de desempenho mais baixos. Os resultados sugerem a necessidade de uma maior aposta no desenvolvimento do PC no ensino superior (Van Damme et al., 2023).

Referente ao pensamento criativo, a maioria das universidades ainda enfatiza o conhecimento e ignora a aprendizagem deste pensamento, pelo que os estudantes atuais não possuem boas capacidades de pensamento criativo e, por isso, têm dificuldade em competir na atual era da Sociedade 5.0 (Helaluddin et al., 2023). Os pensamentos críticos e criativos são considerados pensamentos divergentes, os quais são medidos através de testes de pensamento de ordem superior, tais como testes de PCC e de resolução de problemas, ao invés da avaliação por testes tradicionais e mais usuais (Al-Massarweh et al., 2024).

O desenvolvimento do PC deve ser efetuado através de uma abordagem instrucional explícita, pois não ocorre de forma autónoma (Zapalska et al., 2018) e nem é automática a transferência de competências de PC, que precisa de ser ensinada (Tenreiro-Vieira; Vieira, 2022). Esta abordagem é mais eficaz do que abordagens implícitas (Butler et al., 2012), e tal desenvolvimento não surge apenas da leitura de textos e exames ou da audição de palestras de um professor (Zapalska et al., 2018). Este desenvolvimento deve ocorrer desde os primeiros anos de vida, pois capacita os alunos a reconhecer e a diferenciar informações imprecisas ou não confiáveis (Lopes; Silva; Morais, 2018). Também as capacidades relacionadas ao PC, como a resolução de problemas e o trabalho em equipa, são mais fáceis de se desenvolver antes de entrar no mercado (Valaitis et al., 2022).

A metodologia de aprendizagem mais aceite como eficaz para o desenvolvimento do PC é a aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning* – PBL). Porém, os modelos PBL devem ser adaptados para garantir melhores resultados, como a inclusão de questões norteadoras para o PC, mapeamento conceptual e rubricas de avaliação de PC (Yu; Zin, 2023). Os mapas conceptuais também podem afetar as disposições afetivas do PC (Yue et al., 2017).

² “[...] é uma atividade mental complexa e intencional, guiada por um forte desejo de procurar soluções ou alcançar resultados originais que não eram previamente conhecidos. Caracteriza-se pela sua abrangência e complexidade, uma vez que envolve a sobreposição de elementos cognitivos, emocionais e morais que constituem um estado mental único” (Al-Massarweh et al., 2024, p. 5, tradução própria).

Instrumentos para avaliação e desenvolvimento do PCC

Avaliar o PC é crucial para oferecer *feedback* sobre o progresso e motivar os alunos, bem como informar práticas docentes (Mas; Alonso, 2024). Há diversos instrumentos; contudo, a sua confiabilidade e validade ainda estão a ser debatidas (Ossa-Cornejo *et al.*, 2017). Os instrumentos mais comumente usados são o *California Critical Thinking Skills Test* (CCTST), o *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal* (WGCTA) e o *Cornell Critical Thinking Test* (CCTT), embora sejam instrumentos comerciais.

Na literatura, o PC é conceituado por: disposições; *skills* ou *abilities*. As disposições são usadas para se referir aos atributos caracterológicos dos indivíduos (Facione; Facione; Giancarlo, 2000), também são descritas como a “vontade” ou a “inclinação” para avaliar situações criticamente. A designação processos de PC inclui as *skills* ou *abilities* (Loyens *et al.*, 2023). No presente estudo, utilizou-se a designação de capacidades ao invés de processos. Tais capacidades estão mais ligadas a aspetos cognitivos do PCC, enquanto as disposições enquadram-se nos aspetos mais afetivos (Tenreiro-Vieira; Vieira, 2022). A maioria dos estudos foca-se apenas nas capacidades; uma minoria foca-se nas disposições e, pontualmente, combinam ambos. Contudo, é relevante que os estudos se foquem em ambas, uma vez que o momento de desenvolvimento deve ser simultâneo, pelo que estas são mutuamente reforçadas, embora outros defendam que é necessário cultivar as disposições antes das capacidades (Facione *et al.*, 1995).

Os testes de PC são habitualmente divididos em dois grupos: os de respostas fechadas – itens de múltipla escolha – e os de respostas abertas ou de redação (Ossa-Cornejo *et al.*, 2017). Muitas avaliações de PC dependem exclusivamente do reconhecimento (por exemplo, escolha múltipla e classificação), enquanto outras dependem exclusivamente da evocação (por exemplo, resposta curta ou redação) (Butler *et al.*, 2012). Ambos os tipos de testes apresentam vantagens e desvantagens: os testes de respostas fechadas oferecem resultados estatísticos sólidos em termos de validade e confiabilidade, sendo fáceis de reproduzir, mas limitam-se frequentemente a aspetos predeterminados do PC e recorrem a problemas que podem não refletir as situações diárias dos indivíduos. Já os testes de resposta aberta, por serem mais adaptáveis, capturam melhor a complexidade do PC, mas envolvem maiores desafios em termos de custo, correção e validade do construto, exigindo avaliadores especializados (Ossa-Cornejo *et al.*, 2017). Contudo, os testes de múltipla escolha bem elaborados podem medir de forma válida e confiável as capacidades cognitivas de ordem superior (Facione; Facione; Giancarlo, 2000).

Enquadram-se no grupo de avaliação por reconhecimento, por exemplo, as seguintes avaliações: *Measures of Academic Proficiency and Progress*, o *California Critical Thinking Skills Test* (CCTST) e o *Cornell Critical Thinking Test* (CCTT). No grupo de avaliação por recordação, incluem-se, por exemplo: o *ICAT Critical Thinking Essay Examination*, o *Cornell* (também conhecido como *Ennis-Weir*) *Critical Thinking Essay*, e o *Watson-Glaser II Critical Thinking Appraisal* (WGCTA) (Butler *et al.*, 2012). Também existem alguns testes híbridos, que incluem os dois tipos de questões, como é o caso do Teste de Habilidades de PC Halpern (Ossa-Cornejo *et al.*, 2017).

No contexto português, apenas há um teste de avaliação pensado e construído de raiz para ser utilizado em Portugal que mede o PC e que pode ser administrado a estudantes no ensino superior. Habitualmente, recorre-se a traduções e/ou adaptações de testes internacionais, como é o caso do *Cornell Critical Thinking Test – Level X* e do *Halpern Critical Thinking Assessment* (Lopes; Silva; Morais, 2019). Além disso, a maioria destes instrumentos destina-se a adultos ou estudantes do ensino superior, com poucas adaptações para alunos mais jovens. Excetuam-se as versões dos testes *Cornell* (X, Y e Z), adaptáveis às faixas etárias, embora ainda careçam de maior consolidação psicométrica (Mas; Alonso, 2024). Apenas há um teste de PC desenvolvido para adolescentes portugueses, dos 12 aos 19 anos, abrangendo alunos de diferentes níveis socioeconómicos no

ensino básico e secundário (Lopes; Silva; Morais, 2018). Este teste foi estendido ao pensamento criativo, passando a designar-se Teste de Pensamento Crítico e Criativo (TPCC) (Lopes; Silva; Morais, 2019).

Atualmente, a ênfase é dada à formação do PC, especificamente a partir do trabalho em sala de aula e centrada em domínios específicos do conhecimento, como o ensino de ciências, deixando diferentes campos disciplinares em segundo plano (Millán; Guirão; Martínez, 2021). Este foco centralizado limita o desenvolvimento de perspectivas amplas e interdisciplinares entre os alunos. Em sentido contrário, avança, por exemplo, o modelo de aprendizagem Ciência Complexa – Aprendizagem Baseada em Problemas (CS-PBL), que fomenta o PC e a resolução de problemas através de uma abordagem interdisciplinar – integrando a biologia, as ciências socioeconômicas e a cultura. O CS-PBL utiliza problemas contextualizados, com uma análise abrangente e uma aplicação de conhecimentos de uma área para o enriquecimento de outras, promovendo uma visão holística (Amanda *et al.*, 2024).

Resultados dos instrumentos para Avaliação e Desenvolvimento do PCC

Diversos estudos reportam melhorias significativas no PC e no PCC entre estudantes do ensino superior. O modelo PBL, por exemplo, quando aplicado sem combinações com outras metodologias, revelou um aumento significativo nas pontuações de PC (Cretton; Méndez, 2022; Helaluddin *et al.*, 2023) e melhorias nas competências de escrita e criatividade (Helaluddin *et al.*, 2023).

De um modo geral, apenas uma minoria dos estudos apresentou uma ligeira melhoria ou ausência de impacto no pensamento crítico e/ou criativo. Um estudo realizado num curso de psicologia do ensino superior, um dos poucos a implementar a PBL em disciplinas de Ciências Humanas e Sociais (CHS), não revelou diferenças significativas nas diversas variáveis, embora o PC tenha mostrado uma tendência para a melhoria (Cuadrado; Constantin, 2021).

Integração da IA generativa e o ChatGPT no desenvolvimento do PCC

O processamento de linguagem natural (PNL) é essencial para a IAGen. Este transformou muitas áreas da sociedade, sendo esta transformação ainda mais marcante com o surgimento do ChatGPT, um sistema de IA de conversação que oferece uma nova abordagem para fornecer respostas conversacionais a *prompts* humanos (O'Connor, 2023; Zhai, 2023).

Potencialidades e limitações do ChatGPT

A integração do ChatGPT no contexto educacional e o seu impacto no desenvolvimento do PCC dos estudantes apresenta-se como um processo complexo, revelando tanto potencialidades quanto limitações. Os estudos indicam que o ChatGPT ainda não proporciona respostas adequadas para a resolução de problemas em áreas como a aprendizagem das ciências (Zhai, 2023) e demonstrou dificuldades em gerar soluções inovadoras para questões do mundo real (Mogali, 2023). Este cenário sublinha uma preocupação central: a necessidade de capacidades de PC para a formulação de perguntas pertinentes, as quais possam conduzir a respostas mais úteis, mesmo que o uso do ChatGPT não exija capacidades avançadas em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) (Arif; Munaf; Ul-Haque, 2023; Tlili *et al.*, 2023).

Adicionalmente, a elevada eloquência do ChatGPT pode desestimular o aluno a usar o PCC, pelo excesso de confiança nos resultados da ferramenta (Iskender, 2023) e pela dependência

dos resultados obtidos (Chang; Kidman, 2023). Nesta perspetiva, o papel dos professores é essencial no desenvolvimento das capacidades de PC e de resolução de problemas dos alunos, capacitando-os para gerar soluções criativas para problemas do mundo real (Mogali, 2023). A própria capacidade de PC do professor é, portanto, de uma relevância sem precedentes (Cooper, 2023).

Entre as potencialidades dos Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) em geral, e do ChatGPT em particular, destaca-se o seu valor enquanto ferramenta de apoio, facilitando *feedback* e reflexão crítica por parte dos estudantes, o que, por si só, estimula o PC (Mohapatra *et al.*, 2023). O uso intencional e orientado do ChatGPT pode constituir um recurso complementar eficaz para estimular o PCC (Kartal, 2024) e a colaboração entre pares (Werdiningsih; Marzuki; Rusdin, 2024). Com a orientação e sensibilização apropriadas, o ChatGPT também pode ser uma ferramenta facilitadora para o desenvolvimento das competências 4C do século XXI – colaboração, comunicação, pensamento crítico e criatividade –, sendo igualmente útil para o apoio a estudantes com deficiência ou dificuldades de aprendizagem (Karakose; Tülübaş, 2023). Além disso, em sentido contrário, o desenvolvimento e a implementação de sistemas de IA mais justos e equitativos dependem das fortes capacidades de PC dos alunos, no sentido de não perpetuar ou exacerbar os preconceitos existentes (Gallent-Torres *et al.*, 2024).

No domínio emocional, os estudantes apresentam uma disposição mais favorável e uma maior autoconfiança na aprendizagem devido à aplicação da IA, dado que os ambientes emocionantes e confortáveis gerados aumentam a confiança e reduzem a ansiedade de aprendizagem, sobretudo em alunos com desempenhos mais baixos. Assim, a IA tem o potencial de ter um impacto positivo na ansiedade dos estudantes, ajudando-os a desenvolver as competências e a confiança necessárias para terem sucesso (Adiguzel; Kaya; Cansu, 2023).

Transformações futuras no ensino e avaliação com a IA

No futuro, prevê-se que sejam necessárias mudanças profundas nos processos de ensino-aprendizagem e de avaliação, incluindo a redefinição dos currículos e dos objetivos educativos, e a implementação de práticas alinhadas a essas novas diretrizes. Esta transformação poderá beneficiar-se do uso do ChatGPT, por exemplo, através de simulações e de apoio em experiências práticas (Thurzo *et al.*, 2023). Neste contexto, os professores terão de adotar práticas pedagógicas que promovam a avaliação da qualidade e relevância da informação gerada pela IA, além de tomar decisões informadas sobre o seu uso em sala de aula (Zhai, 2023).

É crucial a capacitação dos alunos para formular questões pertinentes aos modelos generativos, de forma a obterem respostas significativas (Chang; Kidman, 2023). A capacidade de criar *prompts* eficazes – precisos e claros – também determina a qualidade das respostas geradas (Mohapatra *et al.*, 2023).

O foco educativo deverá orientar-se para o desenvolvimento da criatividade e do PC dos estudantes, em detrimento de capacidades gerais, de forma a promover uma aprendizagem significativa e adaptável aos desafios do mundo real (Zhai, 2023). Será necessário capacitar tanto professores quanto alunos para o uso ético do ChatGPT, priorizando o pensamento crítico e maximizando o seu potencial pedagógico (García-Penalvo, 2023). A utilização das limitações das tecnologias de IA generativa podem ser convertidas em oportunidades para promover aprendizagens de ordem superior e identificar práticas pedagógicas eficazes (Gasevic; Siemens; Sadiq, 2023), atuando tais tecnologias como ferramentas de apoio que complementam o papel dos professores (Zhai, 2023).

No âmbito da avaliação, espera-se o surgimento de novos formatos de avaliação voltados para a criatividade e o PC, onde a IA não pode substituir a autenticidade do aluno (Ventayen, 2023). Também se espera que o foco da avaliação mude, ou seja, o foco especial na escrita deve dar lugar ao pensamento crítico e criativo (Zhai, 2023). Este novo enfoque deverá resultar em mudanças significativas nos métodos de avaliação tradicionais, privilegiando abordagens contínuas, autênticas e adaptáveis (Gasevic; Siemens; Sadiq, 2023) e diversificadas (O'Connor, 2023), incluindo a incorporação de projetos em grupo, atividades práticas e apresentações orais (Tlili *et al.*, 2023), com ênfase na avaliação formativa e na revisão por pares (Sedlbauer *et al.*, 2024). O ChatGPT pode melhorar a eficácia da avaliação, pois fornece suporte personalizado à aprendizagem e auxilia na avaliação e na geração de relatórios de desempenho dos alunos (Zhai, 2023).

O passado mostra que a avaliação de conhecimentos ou de competências mediadas pela tecnologia traz sempre dúvidas sobre a aprendizagem autêntica. Assim sendo, talvez o problema não esteja na ferramenta em si, mas na essência de certas tarefas educativas nesta nova ecologia de aprendizagem, caracterizada por contextos complexos de pensamento aliados à era da Educação 4.0 (García-Penalvo, 2023).

Impactos observados e potenciais da IA no PCC

Até ao presente momento, há poucas evidências científicas sobre os impactos do ChatGPT no desenvolvimento do PCC. No que concerne ao PC, não foi comprovada a perda de capacidades pelo uso da IAGen. Pelo contrário, alguns estudantes relataram um incentivo à avaliação crítica e a uma análise mais profunda dos resultados gerados pela IA, embora este efeito possa ser temporário e associado às imperfeições do ChatGPT (Sedlbauer *et al.*, 2024).

Para evitar a dependência excessiva da tecnologia e preservar as capacidades de PC, é essencial encontrar um equilíbrio entre a informação gerada pela IA e as ideias originais. Sugere-se a verificação cruzada da informação fornecida pela IA com outras fontes fiáveis e a limitação da utilização do ChatGPT a contextos específicos, para manter a autonomia do pensamento. A colaboração e a interação entre pares emergem como elementos fundamentais no uso do ChatGPT, auxiliando os alunos na análise e validação do conteúdo gerado, o que contribui para o desenvolvimento do pensamento criativo e crítico (Kartal, 2024). Em aulas com métodos interativos, como discussões, resolução de problemas e *brainstorming* assistidos pelo ChatGPT, observou-se uma melhoria significativa dos alunos nas pontuações de pensamento crítico, criativo e reflexivo (Essel *et al.*, 2024).

No âmbito do pensamento criativo e da resolução de problemas, a cocriação entre alunos e o ChatGPT demonstrou melhorias no desempenho criativo. Embora o ChatGPT tenda a gerar respostas que não são totalmente originais, pode ajudar os alunos ao expô-los a uma ampla variedade de soluções, permitindo-lhes selecionar as mais promissoras. Além disso, a interação com o ChatGPT estimula o desenvolvimento de ideias, possibilitando uma exploração mais aprofundada do problema e gerando novas combinações de conceitos que levam a soluções mais elaboradas e inovadoras (Bitzenbauer, 2023).

Enquadramento empírico

Teste de Pensamento Crítico e Criativo – capacidades

Dadas as restrições apresentadas quanto aos testes de PC existentes, o TPCC de Lopes, Silva e Morais (2019) distingue-se por ter sido pensado e construído de raiz para ser utilizado em

Portugal, direcionado a adolescentes portugueses – entre os 12 e os 19 anos –, a frequentar escolas dos ensinos básico e secundário, de estatuto socioeconómico baixo e alto. Este teste baseia-se em questões de resposta aberta, que dependem da recordação e permitem que os alunos ultrapassem a informação imediata, proporcionando inferências e avaliações mais profundas.

O TPCC fundamenta-se na taxonomia de Bloom, Engelhart, Furst, Hill e Krathwohl, de 1956, revista por Anderson e Krathwohl (2001 *apud* Lopes; Silva; Morais, 2019), na taxonomia de Facione (1990 *apud* Lopes; Silva; Morais, 2019) e nos componentes essenciais de criatividade definidos por Guilford (1986 *apud* Lopes; Silva; Morais, 2019). Assim, o TPCC apresenta as seguintes capacidades: (1) Interpretação; (2) Análise; (3) Explicação; (4) Avaliação; (5) Síntese; (6) Produção/criação, conforme se apresenta no Quadro 1.

Quadro 1 – Capacidades de PCC, do TPCC

Capacidades de PCC	Interpretação
	Análise
	Explicação
	Avaliação
	Síntese
	Produção/criação

Fonte: Elaborado pelos autores.

O teste apresenta características psicométricas robustas, com validade e fiabilidade dos constructos (alfa de Cronbach igual a 0,68) e fiabilidade inter-juízes (kappa de Cohen entre 0,76 e 0,93 para cada dimensão) (Lopes; Silva; Morais, 2019).

Embora haja uma tendência de centralização do PC em domínios específicos do conhecimento, particularmente nas ciências (Millán; Guirão; Martínez, 2021), o TPCC contraria esta tendência ao propor problemas da vida real, aplicáveis a qualquer domínio disciplinar. Este teste foi validado com alunos de áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e de CHS, assegurando, assim, uma abordagem interdisciplinar. Essa característica é relevante para o presente estudo, uma vez que disciplinas de CHS foram selecionadas para integrar o Modelo de Aprendizagem de Pensamento Crítico e Criativo, desenvolvido com recurso à IA Generativa (Modelo PCC_IAGen), seguindo uma metodologia de resolução de problemas de natureza interdisciplinar.

Escala de Disposições de Pensamento Crítico

A Escala de Disposições do Pensamento Crítico (EDPC) é um instrumento de autorrelato composto por 35 itens dispostos numa escala de Likert, utilizado para compreender as disposições dos estudantes do ensino superior. Esta escala apresenta uma estrutura heptafatorial baseada no relatório *Facione Delphi*: busca da verdade, mente aberta, analiticidade, sistematicidade, autoconfiança, curiosidade e maturidade de julgamento (Facione *et al.*, 1995).

Validada para a população portuguesa por Lopes, Silva e Morais (2022), a EDPC demonstrou uma fiabilidade global muito boa ($\alpha = 0,94$), com uma fiabilidade igualmente muito boa nas suas sete subescalas, cada uma correspondente a uma disposição distinta, variando entre 0,62 e 0,75 (Morais *et al.*, 2023). As subescalas das disposições são: Procura de verdade; Mente aberta; Mente analítica; Sistematicidade; Autoconfiança no raciocínio; Curiosidade intelectual; Maturidade cognitiva, conforme se apresenta no Quadro 2.

Quadro 2 – Subescalas das disposições de PC, da EDPC

Subescalas das disposições de PC	Procura de verdade
	Mente aberta
	Mente analítica
	Sistematicidade
	Autoconfiança no raciocínio
	Curiosidade intelectual
	Maturidade cognitiva

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os papéis do ChatGPT

O ChatGPT pode assumir os seguintes papéis: mentor, tutor, treinador, companheiro de equipa, estudante, simulador e ferramenta (Mollick; Mollick, 2023). Para o estudo apresentado, foram selecionados três papéis – mentor, simulador e ferramenta – de forma a atender aos objetivos do Modelo PCC_IAGen em cada uma das suas etapas. A função de *mentor* é usada nas fases de Interpretação, Análise e Explicação; a de *simulador* é aplicada na fase de Avaliação e de Produção/Criação; e a de *ferramenta* é utilizada na fase de Síntese.

O papel de *mentor* consiste em fornecer uma opinião sobre o que o aluno apresenta. Este *feedback* melhora a aprendizagem, pois permite a obtenção de outras perspetivas, o que favorece as primeiras etapas – Interpretação, Análise e Explicação. O papel de *simulador* corresponde a ter acesso a uma prática construída, isto é, simulada. Este é particularmente útil na etapa de Avaliação, dado que o aluno já se encontra numa fase avançada das soluções encontradas para o problema. Deste modo, ao ver a simulação das suas propostas de solução, aliada ao pedido de comparação das suas propostas face às já existentes, o aluno consegue aprimorar as soluções e melhorar o seu PC. Além disso, o *simulador* revela-se também uma mais-valia na etapa de Produção/Criação. Nesta fase, o ChatGPT, enquanto *simulador*, fornece um ambiente seguro e controlado onde os estudantes podem experimentar com ideias, testar hipóteses e simular cenários que estimulam o pensamento criativo, sem os riscos associados a cenários reais. Neste contexto, apresenta variações de soluções criativas e oferece *feedback* sobre diferentes abordagens, promovendo o pensamento divergente, essencial para a criatividade. O papel de *ferramenta* serve, sobretudo, para concluir tarefas, sendo especialmente útil na etapa de Síntese, onde, perante um volume elevado de informação, permite uma organização e síntese eficientes, economizando tempo e melhorando a clareza dos resultados (Mollick; Mollick, 2023).

A integração das capacidades de PCC e dos papéis do ChatGPT serviu de matriz para as etapas do Modelo PCC_IAGen, como se verifica no Quadro 3.

Quadro 3 – Etapas do Modelo de PCC_IAGen

	Capacidades de PCC	Papéis do ChatGPT
Etapas do Modelo de PCC_IAGen	Interpretação	Mentor
	Análise	Mentor
	Explicação	Mentor
	Avaliação	Simulador
	Síntese	Ferramenta
	Produção/criação	Simulador

Fonte: Elaborado pelos autores.

Metodologia

Projeto de pesquisa

Esta investigação é um estudo de caso, sendo a investigadora observadora participante. Centra-se no desenvolvimento do PCC, através da Resolução de Problemas num contexto colaborativo e interdisciplinar. Os dados recolhidos incluíram informações quantitativas e qualitativas; contudo, para este artigo, foram selecionados apenas os dados quantitativos referentes aos resultados do Teste de PCC e da Escala de Disposições de PC, aplicados antes e após a implementação do Modelo PCC_IAGen. Para a análise quantitativa, recorreu-se à estatística descritiva. Antes da realização da investigação empírica, realizou-se a avaliação de impacto sobre a proteção de dados (AIPD), cumprindo a obrigação legal prevista no artigo 35.º do Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) da União Europeia (UE).

Participantes

A seleção dos participantes foi efetuada por conveniência, isto é, utilizou-se um grupo intacto já constituído – uma turma (Coutinho, 2018). A investigação foi conduzida num agrupamento de escolas público (do pré-escolar até ao secundário), proporcionando um ambiente educacional diversificado, envolvendo 23 alunos do 12º ano, excluindo apenas dois alunos por faltas. A turma foi selecionada por pertencer a um curso de Línguas e Humanidades e por já ter alguma experiência prévia com o *software* ChatGPT em contexto de sala de aula. Os professores envolvidos foram selecionados por lecionarem a esta turma e por os temas das suas disciplinas serem compatíveis com um trabalho interdisciplinar. As disciplinas de matemática, física e educação física não foram incluídas, devido à menor aplicabilidade do ChatGPT nessas áreas.

Instrumentos

Os instrumentos usados foram questionários (TPCC; EDPC; autoavaliação dos alunos), diário de bordo e entrevista de grupo, embora este artigo se foque na análise do TPCC e EDPC.

Procedimentos de recolha de dados

Os procedimentos de recolha de dados iniciaram-se com uma avaliação inicial dos níveis de PCC e das disposições de PC dos alunos e a organização dos alunos em grupos heterogéneos para seguir o Modelo PCC_IAGen durante nove semanas. No final do período, os instrumentos de avaliação foram aplicados novamente.

Análise de dados

A análise dos dados foi realizada através de estatísticas descritivas, categorizando as respostas abertas do TPCC conforme uma grelha de desempenho para o PC, enquanto a EDPC foi classificada com base no grau de concordância dos participantes. A análise seguiu dois momentos: pré-análise e análise descritiva. A primeira teve como finalidade obter uma caracterização inicial dos alunos, tendo por base a pontuação do TPCC e da EDPC definidos pelos autores, para alunos do ensino secundário. A análise descritiva permitiu avaliar a evolução das capacidades e das disposições PCC após a intervenção com o modelo PCC_IAGen. Ainda se realizou uma análise por subescalas.

Apresentação dos resultados

Capacidades de PCC

Na pré-análise descritiva, verificou-se que a média dos resultados dos alunos participantes (14,2 – pré) se encontrava significativamente acima do valor mediano da pontuação máxima – 12,5 (pontuação máxima: 25 pontos) – e também se posicionava bastante acima dos valores médios esperados para alunos do ensino secundário (12 – masculino; 12,3 – feminino). Relativamente ao desvio-padrão, observou-se que os resultados (2,95 – pré) estavam significativamente abaixo dos valores esperados para alunos do ensino secundário (4,96 – masculino; 3,6 – feminino), como se apresenta na Tabela 1.

Tabela 1 – Pré-análise descritiva dos resultados do TPCC – pré participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen

Instrumentos	Pontuação	Média (ensino secundário)		Desvio-padrão (ensino secundário)		Média (participantes)		Desvio-padrão (participantes)	
		masculino	feminino	masculino	feminino	Pré	Pós	Pré	Pós
Teste Competências de PCC	25 (máxima)	masculino	12	masculino	4,96	Pré	14,2	Pré	2,95
		feminino	12,3	feminino	3,6				

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na análise descritiva, as médias obtidas (14,2 – pré; 15 – pós) evidenciam que houve uma melhoria nas capacidades de PCC. Os valores do desvio-padrão diminuíram (2,95 – pré; 2,73 – pós), o que sugere que a maioria dos dados passou a estar mais concentrada em torno da média. Os *outliers* inferiores (8,5 – pré; 10,25 – pós) registaram uma subida de 1,75 pontos. Em sentido contrário, os *outliers* superiores diminuíram (20,5 – pré; 20,25 – pós), embora esta descida seja muito ligeira, de apenas 0,25 pontos. Estes valores encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise descritiva dos resultados do Teste de Capacidades de PCC – pré e pós participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen

Capacidades de PCC	Média	Desvio-padrão	<i>Outlier inferior</i>	<i>Outlier superior</i>
Pré	14,2	2,95	8,5	20,5
Pós	15	2,73	10,25	20,25

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na análise descritiva por subescalas, percebeu-se que as médias das capacidades de Análise e de Explicação mantiveram-se inalteradas. As médias das capacidades de Avaliação (1,4 – pré; 1,6 – pós), de Síntese (2,1 – pré; 2,4 – pós) e de Produção/Criação nas três dimensões apresentaram aumentos: Fluência (1,2 – pré; 1,4 – pós), Flexibilidade (1,1 – pré; 1,3 – pós) e Originalidade (2,1 – pré; 2,2 – pós). Apenas a competência de Interpretação registou uma descida na média, de 0,7 para 0,4.

Os *outliers* inferiores e superiores das capacidades de Análise (Identificação e Comparação), de Explicação e de Avaliação mantiveram-se inalterados. Nas capacidades de Interpretação e de Síntese, os *outliers* inferiores subiram e os superiores desceram. Na Interpretação, os valores passaram de -3 para 0 (*outliers* inferiores) e de 5 para 0 (*outliers* superiores). Na Síntese, os valores passaram de -2 para -1,75 (*outliers* inferiores) e de 6 para 3,75 (*outliers* superiores).

Em sentido contrário, foi a mudança de valores das capacidades de Produção/Criação, isto é, diminuíram os *outliers* inferiores e subiram os superiores, nas dimensões: Fluência e Flexibilidade (1 -pré; -0,5 – pós - *outliers* inferiores), (1 – pré; 3,5 – pós – *outliers* superiores); Originalidade (2 –

pré; 0,5 – pós – *outliers* inferiores), (2 – pré; 4,5 – pós – *outliers* superiores). A Tabela 3 apresenta os dados mencionados.

Tabela 3 – Análise descritiva dos resultados do Teste de Capacidades de PCC – pré e pós participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen, por competência

Capacidades de PCC		Média	Desvio-padrão	Outlier inferior	Outlier superior
Interpretação	Pré	0,7	0,91	-3	5
	Pós	0,4	0,77	0	0
Análise (identificação)	Pré	2	0	2	2
	Pós	2	0,29	2	2
Análise (comparação)	Pré	1,4	0,64	-0,5	3,5
	Pós	1,4	0,58	-0,5	3,5
Explicação	Pré	2,3	0,85	0,5	4,5
	Pós	2,3	0,74	0,5	4,5
Avaliação	Pré	1,4	0,71	-0,5	3,5
	Pós	1,6	0,65	-0,5	3,5
Síntese	Pré	2,1	1,28	-2	6
	Pós	2,4	1,06	-1,75	3,75
Produção/Criação Fluência	Pré	1,2	0,48	1	1
	Pós	1,4	0,82	-0,5	3,5
Produção/Criação Flexibilidade	Pré	1,1	0,41	1	1
	Pós	1,3	0,7	-0,5	3,5
Produção/Criação Originalidade	Pré	2,1	0,61	2	2
	Pós	2,2	0,82	0,5	4,5

Fonte: Elaborada pelos autores.

Disposições de PC

Numa pré-análise descritiva, efetuou-se uma análise das disposições de PC tendo por base os níveis de disposição de PC definidos: Disposição baixa/oposição (<140); Disposição ambivalente (140-209); Disposição positiva (210-279); Disposição elevada (>280). Dada a pré-análise descritiva, concluiu-se que a média dos resultados dos alunos participantes, 295,82 (pré), se enquadrava no nível de disposição elevada (>280), como se verifica na Tabela 4.

Tabela 4 – Pré-Análise descritiva dos resultados da Escala de disposições de PC – pré a participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen

Instrumento	Nível de Disposição de PC	Média (alunos participantes)
Escala de Disposições de PC	Disposição elevada (>280)	Pré 295,82

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na análise descritiva, as médias obtidas (295,82 – pré; 303,83 – pós) são a evidência que houve uma melhoria das disposições de PC. Os valores do desvio-padrão diminuíram (2,95 – pré; 2,73 – pós), o que sugere que a maioria dos dados passou a estar mais concentrada em torno da média. Os *outliers* inferiores (222,3 – pré; 246,68 – pós) marcaram uma subida acentuada de 24,38, ao passo que os *outliers* superiores tiveram uma subida ligeira (363,9 – pré; 364,08 – pós) de 0,18 pontos, como se verifica na Tabela 5.

Tabela 5 – Análise descritiva dos resultados da Escala de disposições de PC – pré e pós participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen

Disposições de PC	Média	Desvio-padrão	Outlier inferior	Outlier superior
Pré	295,82	24,03	222,3	363,9
Pós	303,83	24,09	246,68	364,08

Fonte: Elaborada pelos autores.

A análise descritiva por subescalas mostrou que todas as médias das disposições subiram, à exceção da Mente Aberta (MAB), que diminuiu 1,31 pontos (43,7 – pré; 42,39 – pós). A Procura da Verdade (PV) registou uma subida de 0,54 pontos (44,89 – pré; 45,43 – pós); a Mente Analítica (MAn) subiu 0,87 pontos (42,17 – pré; 43,04 – pós); a Sistemática (S) aumentou 2,11 pontos (42,18 – pré; 44,29 – pós); a Autoconfiança no Raciocínio (AR) teve um acréscimo de 2,08 pontos (39,57 – pré; 41,65 – pós); a Curiosidade Intelectual (CI) apresentou um crescimento de 2,17 pontos (42,67 – pré; 44,84 – pós); e a Maturidade Cognitiva (MC) subiu 1,42 pontos (40,65 – pré; 42,07 – pós). Esta análise encontra-se ilustrada no Gráfico 1.

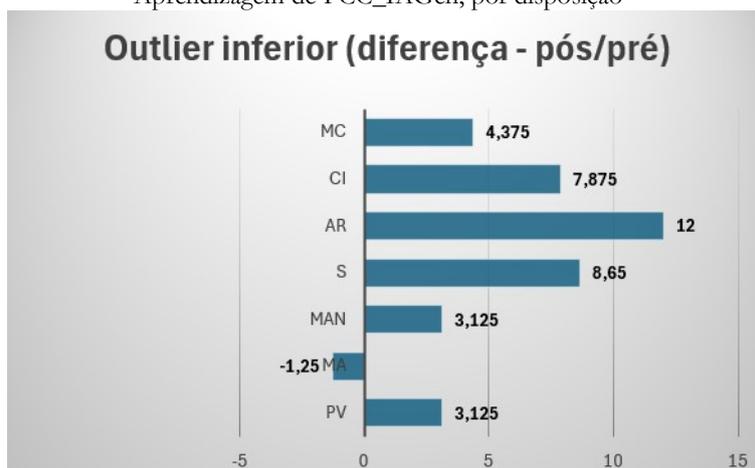
Gráfico 1 – Análise descritiva – média, resultados da Escala de Disposições de PC – pré e pós participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen, por disposição

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todos os *outliers* inferiores subiram, à exceção da Mente Aberta (MAB), que diminuiu (28,75 – pré; 27,5 – pós) 1,25 pontos. Destacam-se as disposições que tiveram uma subida mais acentuada: a CI (29,35 – pré; 37,23 – pós) subiu 7,88 pontos; a AR (19 – pré; 31 – pós) subiu 12 pontos; a S (27,95 – pré; 36,6 – pós) subiu 8,65 pontos. As restantes disposições também subiram: a MC (28,13 – pré; 32,5 – pós) subiu 4,38 pontos; MAn (32,5 – pré; 35,63 – pós); PV (35 – pré; 38,13 – pós).

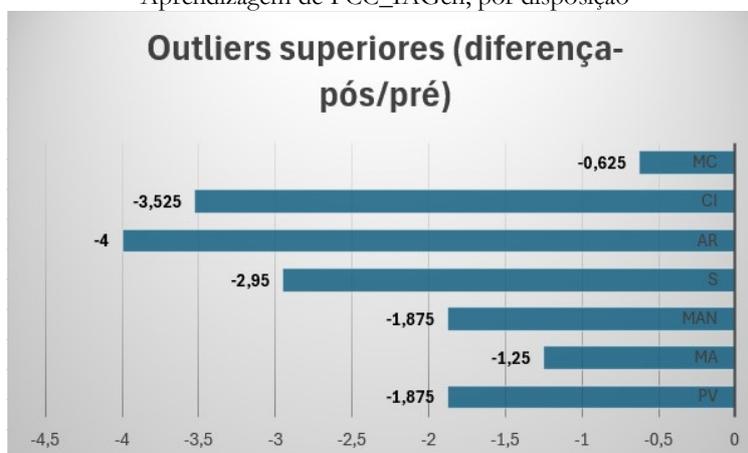
Todos os *outliers* superiores desceram. Destacam-se as disposições que tiveram uma descida mais acentuada: a CI (57,75 – pré; 54,23 – pós) desceu 3,525 pontos; a AR (59 – pré; 55 – pós) desceu 4 pontos; a S (56,35 – pré; 53,4 – pós) desceu 2,95 pontos. As restantes disposições também subiram: a MC (53,13 – pré; 52,5 – pós) desceu 0,63 pontos; MAn (52,5 – pré; 50,63 – pós) que desceu 1,88 pontos; a MAB (58,75 – pré; 57,5 – pós) que desceu 1,25 pontos; a PV (55 – pré; 53,13 – pós) que desceu 1,88. Os *outliers* estão em destaque nos Gráficos 2 e 3.

Gráfico 2 – Análise descritiva – *outlier* inferior, resultados da Escala de Disposições de PC – pré e pós participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen, por disposição



Fonte: Elaborado pelos autores.

Gráfico 3 – Análise descritiva – *outliers* superiores, resultados da Escala de Disposições de PC – pré e pós participação no Modelo de Aprendizagem de PCC_IAGen, por disposição



Fonte: Elaborado pelos autores.

Discussão

No cumprimento do primeiro objetivo deste estudo, procedeu-se à identificação dos instrumentos de avaliação das capacidades e disposições de PCC. Inicialmente, a escolha do instrumento atendeu ao conceito de PC, cumprindo a máxima de que a escolha do instrumento deve ser feita a partir da conceitualização de PC em que ele se baseia (Facione; Facione, 1994). Assim, elegeram-se o TPCC e a EDPC (Lopes; Silva; Morais, 2018), sobretudo pela identificação com a definição de PC de Facione:

The Delphi panel articulated is understanding of CT as follows: We understand CT to be purposeful, self-regulatory judgment which results in interpretation, analysis, evaluation and inference, as well as explanation of the evidencial, conceptual, methodological,

criteriological, or contextual considerations upon which that judgment is based³ (Facione, 1990, p. 4).

Também se consideraram as características e o equilíbrio entre os aspetos positivos e as limitações dos instrumentos. O TPCC apresenta boas propriedades psicométricas, com validade e fiabilidade adequadas dos constructos (α de Cronbach = 0,68) e fiabilidade interavaliadores robusta (kappa de Cohen entre 0,76 e 0,93 para cada dimensão). Dadas as limitações dos testes de PC disponíveis, o TPCC mostrou-se uma escolha adaptada ao contexto português e à faixa etária, por ter sido desenvolvido para adolescentes entre os 12 e os 19 anos, de diferentes contextos socioeconómicos. O TPCC destacou-se pelo formato de resposta aberta, que promove inferências e avaliações aprofundadas, e pelo facto de avaliar simultaneamente o Pensamento Criativo, reconhecendo a interdependência deste com o PC (Lopes; Silva; Morais, 2019). Ao contrário da tendência de centralização da formação do PC em áreas específicas de conhecimento, principalmente nas ciências (Millán; Guirão; Martínez, 2021), o TPCC propõe problemas do dia a dia, independentemente da área disciplinar, tendo sido validado com alunos tanto de STEM quanto de CHS, o que o tornou apropriado para o ambiente interdisciplinar do presente estudo.

O segundo objetivo visou caracterizar os alunos participantes no estudo empírico. Os resultados da avaliação pré-intervenção mostraram desempenhos bastante acima da média esperada para alunos do ensino secundário, com médias de capacidades de PCC de 14,2 (superiores aos valores de referência de 12 – masculino e 12,3 – feminino) e valores de disposições de PC elevados, de 295,82 (nível de disposição elevada >280).

Estes resultados contrastam com avaliações da OECD e do CAE, que classificaram os estudantes ingressantes no ensino superior como “Em desenvolvimento” (Van Damme *et al.*, 2023), e com as observações de Helaluddin *et al.* (2023), que indicaram dificuldades dos estudantes na era da Sociedade 5.0, especialmente em habilidades de pensamento criativo. Contrasta também com a necessidade de desenvolvimento do PC através de instrução explícita, a qual é mais eficaz do que a instrução implícita (Butler *et al.*, 2012).

A justificação para estes resultados bastante acima dos valores médios esperados ao nível das capacidades de PCC e o nível de disposição de PC elevada deve-se, possivelmente, ao facto de a escola em estudo já ter efetuado a modificação e adaptação do ensino tradicional e a promoção da aprendizagem centrada no aluno (Cuadrado; Constantin, 2021) e valorizar as capacidades genéricas, como o PC e a resolução de problemas (Van Damme *et al.*, 2023), bem como optar por um ensino explícito do PC (Butler *et al.*, 2012). Além disso, o facto de os alunos participantes frequentarem o curso de humanidades parece influenciar positivamente os resultados iniciais. Relativamente às capacidades de PC, os estudantes de Humanidades, Ciências e Ciências Sociais apresentaram pontuações relativamente altas em comparação com as áreas de Administração e Agricultura (Van Damme *et al.*, 2023).

Quanto às disposições de PC, os estudantes de Biomedicina apresentaram valores médios mais elevados, seguidos pelos das CHS, e depois pelas áreas STEM (Morais *et al.*, 2023), resultados corroborados por Lopes, Silva e Morais (2022), em que os alunos dos cursos de Ciências e Tecnologia apresentaram pontuações globais mais baixas nas disposições de PC quando comparados com os das Ciências Agrícolas, Veterinárias e, também, das CSH.

³ “O painel Delphi articulou a sua compreensão de PC da seguinte forma: Entendemos o PC como um juízo intencional e autorregulado que resulta em interpretação, análise, avaliação e inferência, bem como na explicação das considerações evidenciais, conceptuais, metodológicas, criteriológicas ou contextuais nas quais esse juízo se baseia” (Facione, 1990, p. 4, tradução própria).

Por fim, o terceiro objetivo centrou-se na análise dos resultados dos instrumentos aplicados antes e após a implementação do modelo de aprendizagem concebido. Observou-se uma melhoria moderada das capacidades de PCC, com médias pré e pós-intervenção de 14,2 e 15, respetivamente, e uma melhoria significativa nas disposições de PC, que aumentaram de 295,82 para 303,83. Destaca-se o aumento acentuado dos *outliers* inferiores, tanto das capacidades de PCC (1,75 pontos) quanto das disposições de PC (24,38 pontos), indicando uma melhoria nos alunos com níveis iniciais mais baixos. Em contrapartida, os *outliers* superiores registaram uma variação mínima, com uma ligeira diminuição de 0,25 pontos nas capacidades de PCC e um aumento de 0,18 pontos nas disposições de PC. Conclui-se, portanto, que a subida nas médias resultou, em grande parte, da melhoria observada nos estudantes com níveis iniciais mais baixos de PCC e de disposições de PC, o que evidencia o impacto positivo do modelo de aprendizagem centrado no desenvolvimento do PCC.

A primeira justificação para os resultados, quer das capacidades, quer das disposições, deve-se ao facto de que, quando as pontuações iniciais já se encontram elevadas, a margem de melhoria é reduzida. Relativamente às capacidades, a referida melhoria moderada contrasta com muitos outros estudos que revelam melhorias significativas em modelos de aprendizagem sem o uso de IAGen. É o caso dos modelos puros de PBL, que apresentaram melhorias significativas nas capacidades de PC (Cretton; Méndez, 2022) e nas capacidades de PCC (Helaluddin *et al.*, 2023). Dos poucos estudos existentes centrados na mesma temática com IAGen, destaca-se a melhoria significativa das competências de PCC através de métodos interativos com o ChatGPT (discussões, resolução de problemas e brainstorming) (Essel *et al.*, 2024).

Em termos de alinhamento, os resultados médios do presente estudo refletem um padrão similar ao estudo de aplicação de PBL, sem recurso à IAGen, em alunos da licenciatura de Psicologia, um dos poucos estudos de implementação da PBL em disciplinas de CHS. Este estudo não revelou diferenças significativas nas diversas variáveis, embora o PC tenha mostrado uma tendência para a melhoria. Tais resultados foram atribuídos aos efeitos mistos da PBL, à dimensão reduzida da amostra, à participação voluntária sem recompensa e às características de elevado interesse e motivação pelas atividades académicas (Cuadrado; Constantin, 2021).

Estas justificações também se aplicam ao presente estudo. De facto, este estudo também envolveu o mesmo número de participantes (23 alunos), a participação foi, igualmente, voluntária (tendo sido acordado que tal não exigiria trabalho extra – fora das aulas), e os alunos apresentaram características de elevado interesse e motivação pelas atividades académicas, tratando-se de alunos do 12º ano interessados, sobretudo, nos exames nacionais. Este estudo parece não se alinhar integralmente com os efeitos mistos obtidos na PBL, uma vez que seguiu as sugestões de adaptação do modelo PBL para o desenvolvimento de PC, através da inclusão de questões norteadoras orientadas para o PC, de mapeamento conceptual e de uma rubrica de avaliação de PC (Yu; Zin, 2023). Apenas a autoavaliação, como momento reflexivo, não foi implementada, devido à reduzida adesão dos alunos desde a primeira semana.

O aumento nos valores dos *outliers* inferiores (de 8,5 no pré-teste para 10,25 no pós-teste) pode estar relacionado com o papel do ChatGPT como apoio tanto nos aspetos cognitivos quanto emocionais dos alunos. O ambiente de aprendizagem mais personalizado e motivador, promovido pelo ChatGPT, beneficia especialmente alunos com deficiência ou dificuldades de aprendizagem, frequentemente pouco contemplados nos contextos educativos convencionais (Karakose; Tülübaş, 2023). Além disso, o conforto e o envolvimento destes ambientes tendem a aumentar a autoconfiança e reduzir a ansiedade, especialmente entre os estudantes com desempenho mais baixo (Adiguzel; Kaya; Cansu, 2023). A elevação dos valores dos *outliers* também pode ser atribuída ao Modelo PCC_IAGen, que se configura como uma estratégia instrucional eficaz no apoio à

resolução de problemas. Este modelo é especialmente vantajoso para alunos menos experientes, permitindo que enfrentem problemas complexos ao dividi-los em etapas menores e mais manejáveis, com suporte contínuo ao longo de cada fase (Exintaris; Karunaratne; Yuriev, 2023).

Relativamente às disposições, a melhoria significativa diverge dos resultados dos poucos estudos realizados focados nessa dimensão, como a implementação de um modelo puro de PBL que, embora mostre um aumento significativo nas competências de PC, apresenta uma redução nas disposições de PC (Cretton; Méndez, 2022). A subida dos *outliers* inferiores referentes, quer das capacidades de PCC (1,75 pontos), quer das disposições de PC (24,38 pontos), estão, eventualmente, relacionados, apesar de não se verificar uma correlação extremamente alta entre disposições e capacidades de PC (Ennis, 2011), ambas são mutuamente reforçadas (Facione *et al.*, 1995).

Conclusão

De acordo com os objetivos deste estudo: 1) caracterizar os alunos através da aplicação de um Teste de Pensamento Crítico e Criativo (TPCC) e de uma Escala de Disposições de Pensamento Crítico (EDPC); e 2) compreender como evoluem as capacidades e as disposições após a aplicação do modelo PCC_IAGen, o estudo demonstrou que o TPCC e a EDPC são instrumentos adequados e eficazes para avaliar tanto as competências como as disposições de PCC em alunos do ensino secundário, num registo de resposta aberta. Estes instrumentos não se limitam a áreas específicas do saber, mostrando-se particularmente apropriados para a natureza interdisciplinar do modelo de aprendizagem PCC_IAGen.

Relativamente à caracterização inicial dos alunos, os dados indicaram que os participantes possuíam um nível elevado de capacidades de PCC, situando-se acima da média esperada para alunos do ensino secundário. No que diz respeito às disposições de PC, os alunos também apresentaram níveis elevados, sugerindo uma predisposição positiva para o desenvolvimento destas competências.

Após a implementação do modelo PCC_IAGen, verificou-se uma evolução positiva nas capacidades de PCC, com uma melhoria moderada, e uma evolução significativa nas disposições de PC, especialmente entre os alunos com desempenho inicial mais baixo. O uso do ChatGPT como mentor, ferramenta e simulador no modelo de aprendizagem colaborativa foi particularmente eficaz, criando um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e interativo. Esta integração de tecnologias revelou-se útil na personalização do apoio aos alunos, resultando em ganhos tanto nas capacidades cognitivas quanto nas disposições emocionais.

Conclui-se que o modelo PCC_IAGen constitui uma abordagem inovadora e eficaz para o desenvolvimento das capacidades e disposições de PCC.

Referências

- ADIGUZEL, T.; KAYA, M. H.; CANSU, F. K. Revolutionizing education with AI: exploring the transformative potential of ChatGPT. **Contemporary Educational Technology**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 1-13, jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.30935/cedtech/13152>
- AL-MASSARWEH, S. S.; KHUDAIRAT, M. A.; FREIHAT, R. H.; JABALI, S. M. The impact of a Sternberg theory-based training program on secondary school students' development of critical and creative thinking skills. **International Journal of Religion**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 438-456, abr. 2024. DOI: <https://doi.org/10.61707/dp9g9y18>

AMANDA, F. F.; SUMITRO, S. B.; LESTARI, S. R.; IBROHIM. Enhancing critical thinking and problem-solving skills by complexity science-problem based learning model. **Multidisciplinary Journal of Educational Research**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 96-114, fev. 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.17583/remie.9409>

ARIF, T. B.; MUNAF, U.; UL-HAQUE, I. The future of medical education and research: is ChatGPT a blessing or blight in disguise? **Medical Education Online**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 1-2, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/10872981.2023.2181052>

BITZENBAUER, P. ChatGPT in physics education: a pilot study on easy-to-implement activities. **Contemporary Educational Technology**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 1-10, abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.30935/cedtech/13176>

BRADLEY, S.; PRICE, N. **Critical thinking**: proven strategies to improve decision making skills, increase intuition and think smarter. [s. l.]: Create Space Independent Publishing Platform, 2016.

BUTLER, H. A.; DWYER, C. P.; HOGAN, M. J.; FRANCO, A.; RIVAS, S.; SAIZ, C.; ALMEIDA, L. S. The Halpern critical thinking assessment and real-world outcomes: cross-national applications. **Thinking Skills and Creativity**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 112-121, abr. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2012.04.001>

CHANG, C. H.; KIDMAN, G. The rise of generative artificial intelligence (AI) language models - challenges and opportunities for geographical and environmental education. **International Research in Geographical and Environmental Education**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 85-89, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/10382046.2023.2194036>

COOPER, G. Examining science education in ChatGPT: an exploratory study of generative artificial intelligence. **Journal of Science Education and Technology**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 444-452, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>

COUTINHO, C. **Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas**: teoria e prática. 2. ed. Coimbra: Edições Almedina, 2018.

CRETTON, X. S.; MÉNDEZ, N. C. Contribution of problem-based learning in critical thinking. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, [s. l.], v. 97, n. 36.3, p. 11-28, nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.3.96182>

CUADRADO, I.; CONSTANTIN, A. A. A problem-based learning implementation to a psychology course in higher education. **International Conference on Higher Education Advances**, [s. l.], p. 1195-1201, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4995/HEAd21.2021.12897>

ENNIS, R. H. The nature of critical thinking: an outline of critical thinking dispositions and abilities. **College of Education**, [s. l.], p. 1-8, maio 2011.

ESSEL, H. B.; VLACHOPOULOS, D.; ESSUMAN, A. B.; AMANKWA, J. O. ChatGPT effects on cognitive skills of undergraduate students: receiving instant responses from AI-based conversational large language models (LLMs). **Computers and Education: Artificial Intelligence**, [s. l.], v. 6, p. 1-13, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100198>

EXINTARIS, B.; KARUNARATNE, N.; YURIEV, E. Metacognition and critical thinking: using ChatGPT-Generated responses as prompts for critique in a problem-solving workshop (SMARTCHEMPer). **Journal of Chemical Education**, [s. l.], v. 100, n. 8, p. 2972-2980, jul. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00481>

FACIONE, P. A. **The California critical thinking skills test-college level: experimental validation and content validity.** [S. l.]: California Academic Press, 1990.

FACIONE, P. A.; FACIONE, N. C. **The California Critical Thinking Skills Test and the National League for Nursing Accreditation Requirement in Critical Thinking.** [S. l.]: California Academic Press, 1994.

FACIONE, P. A.; FACIONE, N. C.; GIANCARLO, C. A. The disposition toward critical thinking: its character, measurement, and relationship to critical thinking skill. **Informal Logic**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 61-84, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.22329/il.v20i1.2254>

FACIONE, P. A.; GIANCARLO, C. A.; FACIONE, N. C.; GAINEN, J. The disposition toward critical thinking. **Journal of General Education**. [s. l.], v. 44, n. 1, p. 1-25, 1995.

GALLEN-TORRES, C.; ROMERO, B. A.; ADILLON, M. V.; FOLTÝNEK, T. Artificial Intelligence: between risks and potentialities. **Praxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 19, p. 1-29, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.19.23760.083>

GARCÍA-PENALVO, F. J. La percepción de la Inteligencia Artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico. **Education in the Knowledge Society (EKS)**, [s. l.], v. 24, e31279, p. 1-9, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.14201/eks.31279>

GASEVIC, D.; SIEMENS, G.; SADIQ, S. Empowering learners for the age of artificial intelligence. **Computers and education: artificial intelligence**, [s. l.], v. 4, p. 1-4, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130>

GASMI, A. A.; AL NADABI, Z. S. An Exploratory study of learners' perceptions about the effectiveness of active learning approaches. **Journal of Language Teaching and Research**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 1223-1232, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.17507/jltr.1405.10>

HELALUDDIN, H.; MANNAHALI, M.; PURWATI, D.; ALAMSYAH, A.; WIJAYA, H. An investigation into the effect of problem-based learning on learners' writing performance, critical and creative thinking skills. **Journal of Language and Education**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 101-117, jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.17323/jle.2023.14704>

ISKENDER, A. Holy or Unholy? interview with open AI's ChatGPT. **European Journal of Tourism Research**, [s. l.], v. 34, p. 1-11, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.54055/ejtr.v34i.3169>

KARAKOSE, T.; TÜLÜBAŞ, T. How can ChatGPT facilitate teaching and learning: implications for contemporary education. **Educational Process: International Journal**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 7-16, nov. 2023. DOI: <https://doi.org/10.22521/EDUPIJ.2023.124.1>

KARTAL, G. The influence of ChatGPT on thinking skills and creativity of EFL student teachers: a narrative inquiry. **Journal of Education for Teaching**, [s. l.], v. 50, n. 4, p. 627-642, mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/02607476.2024.2326502>

LOPES, J.; SILVA, H.; MORAIS, E. Critical thinking test for elementary and secondary students. **Revista de Estudos e Investigação En Psicologia y Educación**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 82-91, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.17979/reipe.2018.5.2.3339>

LOPES, J.; SILVA, H.; MORAIS, E. Critical and creative thinking test for higher education students. **Revista Lusófona de Educação**, [s. l.], v. 44, n. 44, p. 173-189, ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle44.11>

LOPES, J.; SILVA, H.; MORAIS, E. Development and validation of Critical Thinking Disposition Scale for college students (CTDS). **Revista Lusófona de Educação**, Lisboa, v. 53, n. 53, p. 119-138, jan. 2022.

LOYENS, S. M. M.; VAN MEERTEN, J. E.; SCHAAP, L.; WIJNIA, L. Situating higher-order, critical, and critical-analytic thinking in problem- and project-based learning environments: a systematic review. **Educational Psychology Review**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 1-44, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09757-x>

MAS, M. A. M.; ALONSO, Á. V. Visibilizar las destrezas de pensamiento en educación primaria: desarrollo psicométrico de un instrumento de evaluación. **Bordon, Revista de Pedagogia**, [s. l.], v. 76, n. 1, p. 119-139, 20 mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.13042/Bordon.2024.95702>

MILLÁN, G. F.; MARTÍNEZ, O. L.; GUIRAO, P. G. The Life of Lazarillo de Tormes: a tool for encouraging critical thinking in the compulsory Secondary Education (ESO). **Investigaciones sobre Lectura**, [s. l.], v. 2021, n. 16, p. 32-50, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.24310/isl.vi16.12870>

MOGALI, S. R. Initial impressions of ChatGPT for anatomy education. **Anatomical Sciences Education**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 444-447, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/ase.2261>

MOHAPATRA, D. P.; THIRUVOTH, F. M.; TRIPATHY, S.; RAJAN, S.; VATHULYA, M.; LAKSHMI, P.; SINGH, V.; HAQ, A. U. Leveraging Large Language Models (LLM) for the plastic surgery resident training: do they have a role? **Indian Journal of Plastic Surgery**, [s. l.], v. 56, n. 5, p. 413-420, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-1772704>

MOLLICK, E.; MOLLICK, L. Assigning AI: seven approaches for students with prompts. **The Wharton School Research Paper, Available for SSRN**, [s. l.], p. 1-48, set. 2023.

MORAIS, E.; LOPES, J.; SILVA, H.; DOMINGUEZ, C.; PAYAN-CARREIRA, R.; IMAGINÁRIO, C.; SANTOS, M. J. Dispositions toward critical thinking in portuguese undergraduate students. **Educational Process: International Journal**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 19-36, mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.22521/edupij.2023.121.2>

NURRIJAL; SETYOSARI, P.; KUSWANDI, D.; ULFA, S. Creative problemsolving process instructional design in the context of blended learning in higher education. **The Electronic Journal of e-Learning**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 80-97, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34190/ejel.21.2.2653>

O'CONNOR, S. Open artificial intelligence platforms in nursing education: tools for academic progress or abuse? **Nurse Education in Practice**, [s. l.], n. 66, p. 1-8, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2022.103537>

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD Skills Strategy 2019**: Skills to shape a better future. Paris: OCDE, 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/05/oecd-skills-strategy-2019_g1g9ff20/9789264313835-en.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

OSSA-CORNEJO, C. J.; PALMA-LUENGO, M. R.; LAGOS-SAN MARTÍN, N. G.; QUINTANA-ABELLO, I. M.; DÍAZ-LARENAS, C. H. Análisis de instrumentos de medición del pensamiento crítico. **Ciencias Psicológicas**, Montevideo, v. 11, n. 1, p. 19-28, fev. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22235/cp.v11i2.1343>

PAUL, R.; ELDER, L. Carta al Lector. In: PAUL, R.; ELDER, L. **Estándares de Competencia para el Pensamiento Crítico**. [S. l.]: Fundación para el Pensamiento Crítico, 2005. p. 2. Disponível em: https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/EstandaresPensamientoCritico_ESPAÑHOL.pdf. Acesso em: 21 jan. 2025.

PORCHEDDU, A.; REZENDE, N.; BULGARELLI, M. Zygmunt Bauman: Entrevista sobre educação. Desafios pedagógicos e modernidade líquida. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 137, p. 661-684, ago. 2009.

PRENSKY, M. Changing ends and paradigm for education in the world. **WISE ed.review**, fev. 2017. Disponível em: https://marcprensky.com/wp-content/uploads/2017/03/++Prensky-The_Changing_Ends_and_Paradigm_for_Education_in_the_World1.pdf Acesso em: 31 out. 2024.

SEDLBAUER, J., CINCERA, J.; SLAVÍK, M.; HARTLOVÁ, A. Students' reflections on their experience with ChatGPT. **Journal of Computer Assisted Learning**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 1526-1534, mar. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcal.12967>

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Pensamento crítico e criativo para uma educação ciência-tecnologia-sociedade. **Revista CTS**, [s. l.], v. 17, p. 141-155, nov. 2022.

THAMRIN, L.; GUSTIAN, U.; SUHARDI, S.; ZHONGFULIN, W.; SURYADI, D. The Implementation of contextual learning strategies to stimulate students' critical thinking skills. **Retos**, [s. l.], v. 53, p. 52-57, jan. 2024. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v53.102501>

THURZO, A.; STRUNGA, M.; URBAN, R.; SUROVKOVÁ, J.; AFRASHTEHFAR, K. Impact of artificial intelligence on dental education: a review and guide for curriculum update. **Education Sciences**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 1-14, jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci13020150>

TLILI, A., SHEHATA, B.; ADARKWAH, M. A.; BOZKURT, A.; HICKEY, D. T.; HUANG, R.; AGYEMANG, B. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. **Smart Learning Environments**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1-24, fev. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>

VALAITIS, K. L.; ELLIS, H.; HASTINGS, N. B.; HAVARD, B. The influence of personal attitude on instructor intent to integrate online collaborative activities. **Education and Information Technologies**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 5277-5299, jan. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10814-7>

VAN DAMME, D.; ZAHNER, D.; CORTELLINI, O.; DAWBER, T.; ROTHOLZ, K. Assessing and developing critical-thinking skills in higher education. **European Journal of Education**, [s. l.], v. 58, n. 3, p. 369-386, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/ejed.12563>

VENTAYEN, R. J. M. OpenAI ChatGPT generated results: similarity index of artificial intelligence-based model. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, [s. l.], p. 1-6, jan. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4332664>

WERDININGSIH, I.; MARZUKI; RUSDIN, D. Balancing AI and authenticity: efl students' experiences with chatgpt in academic writing. **Cogent Arts and Humanities**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1-15, out. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311983.2024.2392388>

YU, L.; ZIN, Z. M. The critical thinking-oriented adaptations of problem-based learning models: a systematic review. **Frontiers in Education**, [s. l.], v. 8, p. 1-13, maio 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1139987>

YUE, M.; ZHANG, M., ZHANG, C.; JIN, C. The effectiveness of concept mapping on development of critical thinking in nursing education: a systematic review and meta-analysis. **Nurse Education Today**, [s. l.], v. 52, p. 87-94, maio 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.02.018>

ZAPALSKA, A. M.; MCCARTY, M. D.; YOUNG-MCLEAR, K.; WHITE, J. Design of assignments using the 21st century Bloom's revised taxonomy model for development of critical thinking skills. **Problems and Perspectives in Management**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 291-305, jun. 2018. DOI: [https://doi.org/10.21511/ppm.16\(2\).2018.27](https://doi.org/10.21511/ppm.16(2).2018.27)

ZHAI, X. ChatGPT for next generation science learning. **The University of Georgia, available at SSRN**, p. 1-8, jan. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4331313>

Recebido em 12/11/2024

Versão corrigida recebida em 11/01/2025

Aceito em 12/01/2025

Publicado online em: 27/01/2025